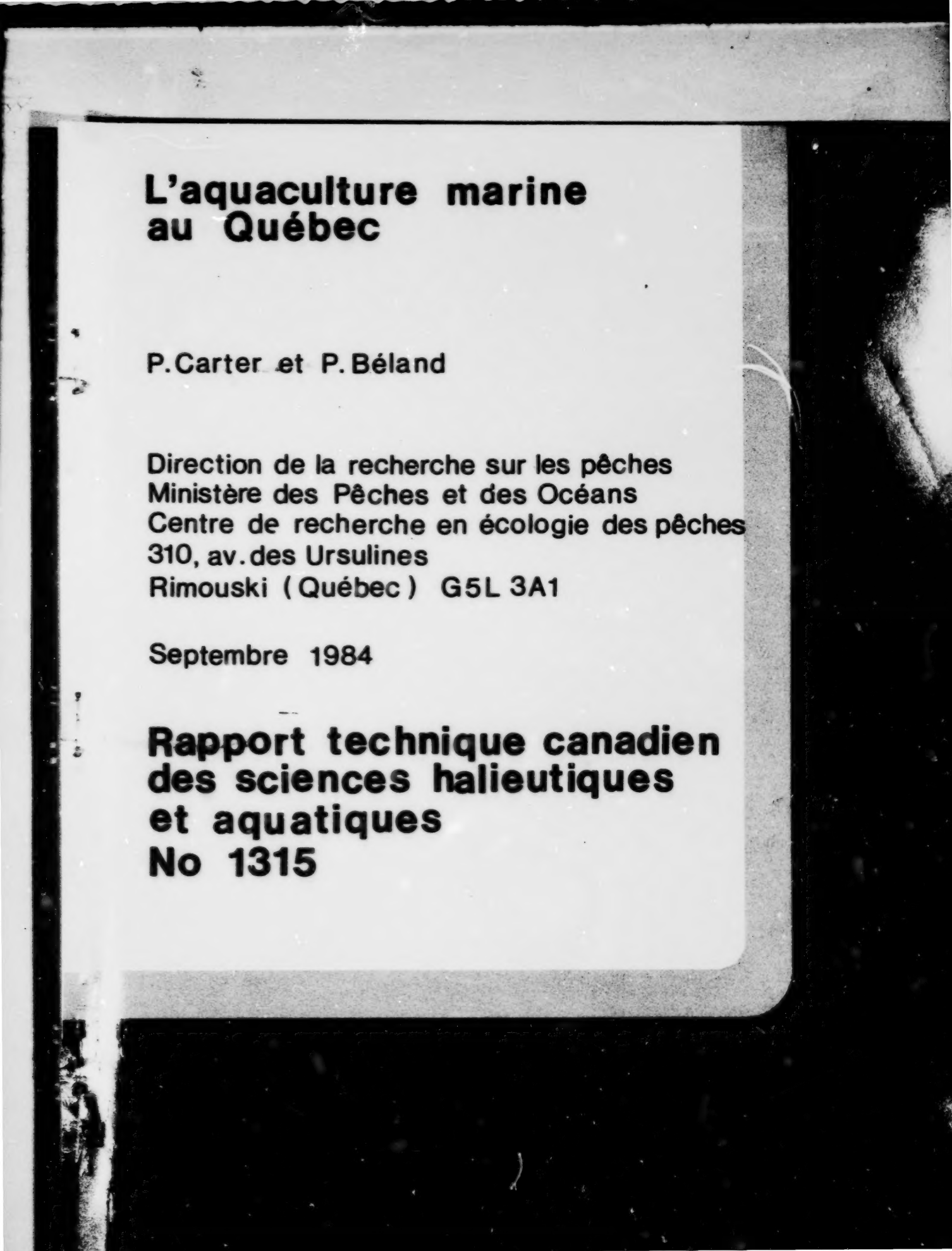
L'aquaculture marine au Québec

P. Carter et P. Béland

Direction de la recherche sur les pêches
Ministère des Pêches et des Océans
Centre de recherche en écologie des pêches
310, av. des Ursulines
Rimouski (Québec) G5L 3A1

Septembre 1984

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques No 1315



84- 4965 /

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Ces rapports contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution importante aux connaissances actuelles mais qui, pour une raison ou pour une autre, ne semblent pas appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Il n'y a aucune restriction quant au sujet, de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du Ministère des Pêches et des Océans, notamment gestion des pêches, techniques et développement, sciences océaniques et environnements aquatiques, au Canada.

Les Rapports techniques peuvent être considérés comme des publications complètes. Le titre exact paraîtra au haut du résumé de chaque rapport, qui sera publié dans la revue *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* et qui figurera dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1-456 de cette série ont été publiés à titre de Rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457-714, à titre de Rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715-924 ont été publiés à titre de Rapports techniques du Service des pêches et de la mer, Ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom de la série a été modifié à partir du numéro 925.

La page couverture porte le nom de l'établissement auteur où l'on peut se procurer les rapports sous couverture cartonnée.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

These reports contain scientific and technical information that represents an important contribution to existing knowledge but which for some reason may not be appropriate for primary scientific (i.e. *Journal*) publication. Technical Reports are directed primarily towards a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries management, technology and development, ocean sciences, and aquatic environments relevant to Canada.

Technical Reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report will be abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and will be indexed annually in the Department's index to scientific and technical publications.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Details on the availability of Technical Reports in hard copy may be obtained from the issuing establishment indicated on the front cover.

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques
No 1315

1984

L'AQUACULTURE MARINE AU QUÉBEC

Pierre Carter[1] et Pierre Béland

Direction de la recherche sur les pêches
Ministère des Pêches et des Océans
Centre de recherche en écologie des pêches
310, av. des Ursulines
RIMOUSKI (Québec)
G5L 3A1

[1] Corporation du développement des pêches du Québec, C.P. 15,500, Québec G1K 7Y7

Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1984
No de catalogue Fs 97-4/1315 F ISSN0706-6570

On devra référer comme suit à cette publication:

Carter, P. et P. Béland. 1984. L'aquaculture marine au Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1315: xi + 85 p.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
LISTE DES FIGURES	viii
RESUME	x
PREFACE	xi
INTRODUCTION	1
PARTIE I - LES BASES DE L'AQUACULTURE	
1. Définition	2
2. Revue des principes fondamentaux de l'aquaculture	3
2.1 Sélection de l'espèce	3
2.2 Effet de la taille	4
2.3 Effet de l'environnement	4
2.4 Etude de l'emplacement en fonction de l'espèce étudiée	4
2.5 Maladies infectieuses et parasitaires	4
2.6 Besoins nutritionnels et source de nourriture	6
2.7 Génétique	6
2.8 Bioénergétique	6
2.9 Prédateurs et pestes	6
2.10 Ingénierie	6
2.11 Droits et propriété	9
2.12 Economie	9
3. Les principales étapes de la conduite d'un élevage en aquaculture	9
3.1 L'obtention des juvéniles	9
3.2 L'engraissement (ou grossissement)	10
3.3 L'affinage	10
4. Modes d'exploitation	10
4.1 La culture extensive	10
4.1.1 La transplantation	12
4.1.2 L'enclos protégé	12
4.1.3 L'élevage sous conditions hydriques modifiées	12
4.1.4 Le repeuplement	12
4.1.5 L'étang d'engraissement	12
4.1.6 La culture sur le fond	12
4.1.7 La fertilisation	13

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Page

4.2 La culture semi-intensive 13

4.2.1 La culture en suspension 14
4.2.2 Le "sea-ranching" 17
4.2.3 Le "sea-farming" 17

4.3 La culture intensive 19

4.3.1 Le circuit ouvert 19
4.3.2 Le circuit fermé 19

PARTIE II - L'AQUACULTURE AU QUÉBEC

5. Juridictions et intervenants 20

5.1 Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPA) 20
5.2 Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec (MLCP) 21
5.3 Ministère de l'Environnement du Québec (MENVI) 21
5.4 Ministère de l'Énergie et des Ressources (MER) 21
5.5 Ministère des Pêches et des Océans (MPO) 21

6. Historique et localisation des travaux d'aquaculture 22

6.1 Ordre chronologique des travaux d'aquaculture au Québec 22
6.2 Localisation des travaux d'aquaculture au Québec 24

7. Description des travaux d'aquaculture au Québec 26

7.1 Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPA), Direction générale des pêches maritimes (DGPM) 26

7.1.1 Essais d'élevage de l'anguille d'Amérique (Anguilla rostrata) en bassin d'eau douce 26
7.1.2 Essais d'élevage de l'huître américaine (Crassostrea virginica) dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine 26
7.1.3 Essais d'élevage de la moule bleue (Mytilus edulis) dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine 29
7.1.4 Essais de captage et d'élevage de la mactre de l'Atlantique (Spisula solidissima) aux Îles-de-la-Madeleine 32
7.1.5 Essais d'élevage du pétoncle géant (Placopecten magellanicus) sur la Côte-Nord et dans la Baie de Gaspé 32

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Page

7.1.6 Essais d'élevage de la moule bleue (Mytilus edulis) à Carleton, comté de Bonaventure 33
7.1.7 Mise au point d'une diète pour l'engraissement du homard (Homarus americanus) à la Station aquicole de la Pointe, Pointe-au-Père 33

7.2 Aqui-Cartier inc. 35

7.2.1 Essais d'élevage de la moule bleue (Mytilus edulis) 35
7.2.2 Essais d'élevage de la moule géante (Modiolus modiolus) 35

7.3 Les laboratoires pélagiques inc. 36

7.3.1 Etude de la croissance du pétoncle géant (Placopecten magellanicus) 36

7.4 L'Institut national de la recherche scientifique (INRS-Océanologie) 38

7.4.1 Elevage de zooplancton 38
7.4.2 Des cultures de phytoplancton 39
7.4.3 Elevage de l'omble de fontaine (Salvelinus fontinalis) 42

7.5 Le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (MLCP) 43

7.5.1 Elevage en étang d'eau saumâtre 44
7.5.2 Transfert en eau douce durant la période hivernale 44
7.5.3 Bassin de détention de saumons de l'Atlantique 44
7.5.4 Repeuplement 44
7.5.5 Sea-ranching 45
7.5.6 Vaccination des saumons 45
7.5.7 Imprégnation artificielle 46
7.5.8 Etang de relâche du saumon de l'Atlantique 46
7.5.9 Recyclage des géniteurs de saumon de l'Atlantique 46
7.5.10 Contrôle et stimulation des cycles vitaux du saumon de l'Atlantique 46

7.6 Groupe de recherches et d'initiative aquicole de l'Est du Québec inc. (GRIA) 47

7.6.1 Un élevage de saumons de l'Atlantique en bassin clos 48
7.6.2 Etang de relâche de saumons de l'Atlantique dans la rivière Mitis 48

7.7 L'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) 49

7.7.1 Culture en cage de saumons de l'Atlantique et de ouananiches (Salmo salar) 49

7.8 Zone d'exploitation contrôlée (ZEC) de la rivière Bonaventure 50

7.8.1 Reconditionnement du saumon de l'Atlantique (Salmo salar) 50

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	Page
7.9 La station de recherche de Matamek	50
7.9.1 Essais de "sea-ranching" avec la truite mouchetée (Salvelinus fontinalis)	51
7.10 Les Crustacés vivants madelinots inc.	51
7.10.1 Essais d'élevage du homard américain (Homarus americanus) aux îles-de-la-Madeleine	51
7.11 Gouvernement du Canada	54
7.11.1 Ecloseries de homards (Homarus americanus)	54
7.11.2 Ministère des Pêches et des Océans	54
7.12 Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (GIROQ)	55
7.12.1 Examen des mécanismes de coordination entre la ponte de certains invertébrés marins et la poussée printanière du phytoplancton	55
7.13 L'Université Laval	55
7.13.1 Culture d'algues marines sur milieux enrichis	55
7.14 Recherches privées	56
7.14.1 Essai de culture de la mousse d'Irlande (Chondrus crispus)	56
7.14.2 Essai d'affinage des gonades de l'oursin vert (Strongylocentrotus droebachiensis)	56
8. Identification des espèces potentiellement aptes à être utilisées en aquaculture au Québec	57
8.1 Les algues	58
8.1.1 Les "agarophytes"	58
8.1.2 La mousse d'Irlande	58
8.1.3 Le phytoplancton	58
8.2 Les invertébrés	59
8.2.1 L'huître américaine	59
8.2.2 La moule bleue	59
8.2.3 Le pétoncle géant	60
8.2.4 La crevette	60
8.2.5 Le homard américain	60

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Page

8.2.6 La palourde et la mactre 61
8.2.7 L'oursin vert 61
8.2.8 Zooplancton et amphipodes 61

8.3 Les poissons 61

8.3.1 Les saumons du Pacifique 61
8.3.2 Le saumon de l'Atlantique 62
8.3.3 La truite arc-en-ciel 62
8.3.4 La truite mouchetée 62
8.3.5 L'éperlan 62
8.3.6 L'anguille d'Amérique 62

CONCLUSIONS 63

REMERCIEMENTS 65

BIBLIOGRAPHIE 66

ANNEXE I Index des espèces cultivées, des institutions et des personnes ressources 70

ANNEXE II Noms et adresses des personnes ressources consultées 73

ANNEXE III Programme du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Gouvernement du Québec, visant le développement de la production piscicole et de l'aquiculture 81

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1: Taux de croissance en fonction de la taille de jeunes saumons nerka 5

Figure 2: Rendement de la conversion alimentaire chez de jeunes saumons nerka 5

Figure 3: Croissance de jeunes saumons nerka en fonction de la diète 7

Figure 4: Vitesse de digestion et accroissement de l'appétit chez le jeune saumon nerka 8

Figure 5: Les différents modes d'exploitation en aquaculture 11

Figure 6: Structure fixe pour la culture en suspension 15

Figure 7: Méthode de culture en suspension à partir de radeaux 15

Figure 8: Structure légère pour la culture en suspension 16

Figure 9: Quelques modèles de cages flottantes mises au point par les Japonais 18

Figure 10: Localisation des travaux d'aquaculture au Québec 25

Figure 11: Zones d'élevage de l'huître américaine aux Îles-de-la-Madeleine 27

Figure 12: Le mode de suspension des moules 30

Figure 13: Sites de cueillette, de captage et d'élevage de la moule bleue aux Îles-de-la-Madeleine 31

Figure 14: Localisation des Îles de Mai, Port-Cartier 34

Figure 15: Schéma des paniers japonais utilisés pour l'élevage du pétoncle 37

LISTE DES FIGURES (suite)

Page

Figure 16: Schéma des capteurs à naissain de pétoncle 37

Figure 17: Montage d'un appareil de culture à Haliyse 40

RÉSUMÉ

Carter, P. et P. Béland, 1984. L'aquaculture marine au Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1315: xi + 85 p.

L'aquaculture marine au Canada, et encore plus au Québec, est jeune et contribue une infime partie des produits marins pour la consommation humaine. Ce rapport résume les principes fondamentaux, décrit les essais d'élevage réalisés chez nous, réunit les noms et adresses de la majorité des intervenants, et tente de suggérer quelques étapes à franchir pour lancer cette industrie nouvelle. Cette mise à jour vise les professionnels, les producteurs actuels et potentiels de même que ceux qui veulent simplement se documenter sur le sujet.

ABSTRACT

Carter, P. et P. Béland, 1984. L'aquaculture marine au Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1315: xi + 85 p.

Marine aquaculture in Canada, and particularly in Québec, is young and contributes but little to the production of goods for human consumption. The present report summarizes some fundamental principles in aquaculture, describes attempts made in Québec, lists names and addresses of the major participants in these projects, and suggests steps to be taken to propel this new industry forward. This updating was prepared for professionals, for actual and potential producers as well as for those who merely want to learn about the subject.

PRÉFACE

Ce rapport résulte d'une étude mise de l'avant par le Centre de recherche en écologie des pêches (ministère des Pêches et des Océans) à Rimouski, en collaboration avec la Corporation du développement des pêches du Québec. Elle a été réalisée avec le concours du ministère canadien de l'Emploi et de l'Immigration et du Laboratoire océanologique de Rimouski.

INTRODUCTION

Alors qu'il est primordial de trouver de nouvelles sources alimentaires, il faut considérer que 80 à 93% des terres agricoles du monde sont déjà utilisées. Elles sont la source principale des protéines consommées mondialement, puisqu'elles en produisent quelque 85%. Les grandes étendues marines sont en comparaison sous-exploitées, puisque leur contribution n'est que d'environ 14% (Kinne, 1980). Les débarquements mondiaux de toutes les pêches s'élèvent à quelque 75 millions de tonnes annuellement; la part du Canada est de l'ordre de 2%. De tous les produits marins consommés dans le monde, seulement environ 12% proviennent de l'aquaculture; la part du Canada y est infime, soit moins de 0,06% (Statistiques de la FAO et du MPO). La disproportion entre pêches et aquaculture semble donc plus particulièrement frappante chez nous que dans d'autres régions du monde.

> "En 1980, le total de la production aquicole mondiale s'élevait à 8,7 millions de tonnes métriques. [...] La toute jeune industrie aquicole canadienne ne produit, pour toutes les espèces, que 5 000 tonnes pour le marché intérieur et l'exportation". (Anon., 1983)

Le potentiel de production de la mer a toujours semblé être la solution à l'augmentation de la demande en produits alimentaires. Des estimations indiquent un potentiel maximum de 120 millions de tonnes métriques de poissons provenant des stocks naturels. Présentement, nous récoltons environ 75 millions de tonnes métriques annuellement. Des projections indiquent que vers l'an 2000, la consommation de poissons provenant des stocks naturels aura augmenté d'environ 50%, en avançant des chiffres très conservateurs pour les croissances de la population humaine et des prises. A cette date, l'utilisation sera proche du potentiel maximal de production. Les stocks naturels de la mer sont donc loin d'être la solution miracle: ils ne peuvent répondre qu'à une partie des besoins mondiaux en protéines. Le manque à combler entre la diminution des terres agricoles disponibles et la limite des stocks naturels marins a porté quelques experts en alimentation à considérer l'aquaculture comme une source potentielle de protéines, et un générateur d'activité économique.

> "Augmenter les sources de protéines marines n'est qu'un des objectifs de l'aquaculture. Les autres sont d'augmenter la disponibilité des produits à l'année longue, d'augmenter le niveau de la qualité des produits, de développer de nouvelles ressources, d'améliorer ou de maintenir les pêches récréatives, de provoquer des commerces, industries et emplois nouveaux en plus d'assurer d'autres bénéfices." (Pritchard, 1976)

L'ensemble des activités de l'industrie de la pêche québécoise représente une fraction très minime de l'économie provinciale. Quant à l'aquaculture marine, son impact actuel est pour ainsi dire nul. Il est donc évident qu'il y a place pour un développement, mais dont il reste à évaluer l'ampleur. Depuis quelques années, plusieurs initiatives ont vu le jour dans notre région, mais l'ensemble est désordonné et non orienté. Cet état de chose n'est cependant pas particulier au Québec.

> "Plusieurs travaux se rapportant à la recherche et au développement en aquaculture marine sont actuellement à l'état de projets ou sont exécutés par plusieurs agences gouvernementales fédérales et provinciales ainsi que par des universités. Il est nécessaire que les diverses sections ou département [...] aussi bien que des agences des autres gouvernements et des universités utilisent une approche

complète et unifiée pour ces travaux. Une certaine coopération ou collaboration peut provenir des efforts individuels, mais elle est limitée. Le manque de moyens de communication et de coopération a pour résultat que plusieurs projets sont dédoublés et viennent en conflit pendant que des domaines importants ou peut-être essentiels sont négligés. Il en résulte finalement une utilisation plutôt inefficace des installations et de l'équipement ainsi qu'un développement inégal ou portant sur une seule partie d'un domaine qui nécessite, dans son application commerciale, un développement harmonieux de plusieurs spécialités et une distribution intégrée de l'information ainsi obtenue". (MacCrimmon et al., 1975)

Le présent rapport constitue le premier document compilant tout ce qui a été fait en aquaculture marine au Québec. Le but immédiat était de réunir en un seul volume une description sommaire de tous les essais d'élevage marin faits au Québec. L'objectif était de rapprocher tous les intervenants et de véhiculer les connaissances acquises. Nous espérions que l'échange qui en résulterait faciliterait le passage d'une exploitation aquicole anarchique à une exploitation structurée. Nous avons réuni ici quelques éléments fondamentaux d'aquaculture, la description des travaux réalisés chez nous, les coordonnées des personnes impliquées et l'essentiel des résultats qui ont été obtenus. Dans certains cas, par respect pour les chercheurs, des informations n'ont pas été dévoilées, laissant à chacun le mérite de ses propres découvertes.

La première partie de ce travail revoit de façon synthétique les bases de l'aquaculture (principes fondamentaux, étapes à suivre) et passe en revue différentes techniques existantes. Dans la deuxième partie, on traite des activités aquacoles au Québec et des espèces susceptibles d'y être exploitées. L'annexe I est un index permettant au lecteur de retrouver plus rapidement les sections de l'ouvrage qui traitent de chacune des espèces dont l'élevage a fait l'objet d'essais chez nous.

Cette publication est de caractère informatif plutôt que scientifique. On n'y discute pas non plus les aspects légaux et les contraintes économiques rattachées à la mise sur pied d'une entreprise aquacole. Elle s'adresse aux personnes désireuses d'acquérir des notions de base en aquaculture et à celles qui veulent savoir "qui fait quoi" en aquaculture au Québec. L'information contenue dans le présent travail n'est donc pas suffisante pour encadrer un projet de recherche ou une exploitation aquacole.

PARTIE I - LES BASES DE L'AQUACULTURE

1. DÉFINITION

Bien qu'il existe des termes précis, il règne une certaine confusion une fois venu le temps de les utiliser. Il en résulte qu'aquaculture et aquiculture sont deux termes employés assez indifféremment.

Certains auteurs ont voulu réserver le mot aquiculture pour les élevages en eau douce, et le mot aquaculture pour les élevages en eaux marines:

> "En anglais, l'aquaculture est, d'une façon générale, l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques. En français, le terme et la définition s'appliquent plutôt aux milieux

marin et saumâtre; l'aquiculture concernant plutôt les élevages des eaux douces". (Arrignon, 1982)

Par contre, on ne trouve dans le Petit Larousse illustré que le mot aquiculture, désignant tout élevage en milieu aquatique sans référence à la salinité. Le Petit Robert, de son côté, reconnaît les deux mots, mais les synonymise, les appliquant à l'élevage d'espèces marines seulement. Les fiches de l'Office québécois de la langue française et du Conseil international de la langue française ne proposent pas de distinction non équivoque entre les deux termes. Enfin, même une référence historique ou étymologique ne résout pas entièrement la question:

"Le terme anglais d'aquaculture ne devrait pas se traduire en français par aquiculture."

"Bien qu'elle ne soit pas pleinement satisfaisante, l'assise étymologique du mot aquaculture est plus fidèle que celle du mot aqui culture. Aquiculture jouit par contre d'une antériorité plus ancienne puisque le terme était déjà employé au XVIIIe siècle et a été généralisé au XIXe siècle." (Arrignon, 1982)

Il nous a donc paru légitime d'utiliser le terme aquaculture comme désignation générale, et l'appellation aquaculture marine pour un élevage qui se fait en milieu marin ou saumâtre. Cette désignation ne porte d'ailleurs pas préjudice à plusieurs autres termes de sens plus restreint qui s'appliquent à des élevages particuliers:

"On sépare dans le vaste domaine de l'aquaculture, les problèmes liés à des espèces différentes. C'est ainsi que l'on parlera de mariculture pour désigner les élevages en eau marine ou saumâtre, (...) de pisciculture lorsqu'il s'agit d'élevage de poissons, de carcino culture pour les crustacés, de conchyliculture pour les mollusques, et au sein de ceux-ci, d'ostréicul ture (huîtres), de mytiliculture (moules), de pectiniculture (coquilles Saint-Jacques), etc." (Bougis, 1976)

Tout au long de cet ouvrage, nous avons utilisé le terme aquaculture (suivi ou non du mot marine) pour désigner l'art d'élever et de multiplier des organismes en milieux marin et saumâtre, ou des organismes anadromes ou catadromes en un milieu aquatique quelconque.

2. REVUE DES PRINCIPES FONDAMENTAUX DE L'AQUACULTURE

Il n'existe pas de recettes spéciales qui garantissent le succès de l'élevage pour chacune des espèces exploitées. Cependant, il existe un cheminement général qui vaut d'être suivi et étudié avant d'entreprendre l'exploitation. Le succès du programme aquacole est basé sur un bon choix d'espèces, la connaissance de diètes adéquates, la prévention appropriée de la maladie et une gestion compétente. Voici un exposé sommaire des principes fondamentaux tels qu'énoncés par MacCrimmon et al. (1975, p. 69-77).

2.1 Sélection de l'espèce

Les pisciculteurs du monde entier ont établi une série de critères pour juger des espèces les plus appropriées à l'élevage. Ces critères se résument ainsi: la disponibilité, une reproduction et un élevage faciles (aptitude à se reproduire en captivité, robustesse

des oeufs et des larves, régime alimentaire facile à respecter, aliments peu coûteux et faciles à obtenir), une croissance relativement rapide, la résistance aux maladies et à la prédation, un environnement favorable, la valeur et la qualité des produits de l'élevage.

Les espèces indigènes à une région sont celles qui se prêtent le mieux à l'élevage. Elles donnent manifestement les meilleurs résultats dans les zones géographiques où elles trouvent naturellement leurs meilleures conditions d'existence (O.C.D.E., 1972).

2.2 Effet de la taille

Les plus grands profits proviennent des individus les plus jeunes. En effet, le taux de croissance et l'efficacité de la conversion des aliments sont les plus élevés quand les organismes sont les plus jeunes, et donc de taille plus petite (Fig. 1).

2.3 Effet de l'environnement

"Le taux de croissance et l'efficacité de la conversion alimentaire peuvent être profondément influencés et précisément réglés (à l'intérieur de certaines limites) en modifiant l'environnement [la température, la salinité et la photopériode; Fig. 2]". (MacCrimmon et al., 1975)

2.4 Etude de l'emplacement en fonction de l'espèce étudiée

Les meilleurs endroits pour l'aquaculture marine sont les bras de mer bien encastrés et de profondeur relativement faible. Ils sont les plus productifs car ils fournissent un approvisionnement de base en nourriture naturelle spécialement important pour tout projet d'élevage de mollusques et de culture d'algues. Par contre les estuaires sont des environnements considérés comme difficiles, principalement à cause des variations rapides de température, de salinité et de l'oxygène dissous (ce dernier varie également avec la demande biologique, incluant les déchets organiques). Le choix du site doit être exempt de pollution et ne doit pas entrer en contradiction avec d'autres activités (récréatives, militaires, voies de navigation...).

Au Québec, pour les élevages de poissons, le facteur le plus important est la température de l'eau. De façon pratique, la température de l'eau au site choisi ne devrait jamais descendre au-dessous de un degré centigrade. Avec les conditions climatiques qui prévalent au Québec, il faudra expérimenter et développer diverses techniques permettant de pallier la basse température de l'eau en plus de favoriser l'exploitation d'espèces adaptées à l'eau froide.

D'autres facteurs à considérer sont: protection contre le mouvement des glaces, protection contre les vagues et les tempêtes, circulation de l'eau, absence de pollution.

2.5 Maladies infectieuses et parasitaires

Les meilleures informations et les règlements disponibles doivent être intégrés à la pratique de l'aquaculture sinon, comme c'est le cas en agriculture, l'entreprise ne réussira pas. Les meilleures garanties contre la maladie (et son élimination) sont: le choix initial d'individus en très bonne santé; un environnement propre, exempt de vecteurs de maladies; un renouvellement abondant de l'eau; une élimination rigoureuse des sujets malades; des élevages faits à partir d'oeufs provenant de peuplements sains et leur manipulation en conditions aseptiques; et le diagnostic précoce de la maladie.

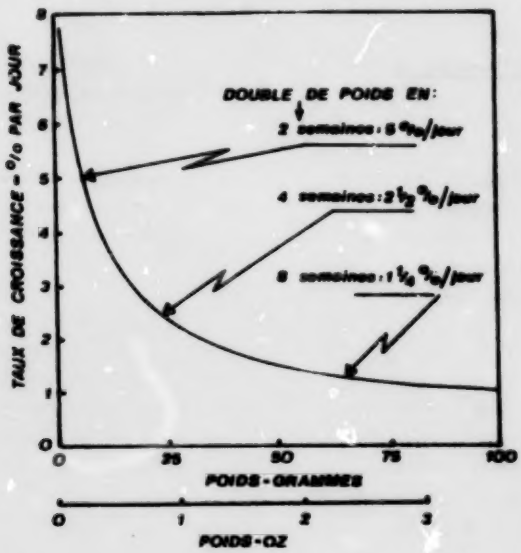


Figure 1. Taux de croissance en fonction de la taille, de jeunes saumons nerka nourris à volonté et gardés à la température optimale (15°C). L'intensité de la croissance diminue à mesure que les poissons grossissent, tendant vers zéro quand ils atteignent la maturité (tiré de MacCrimmon et al., 1975).

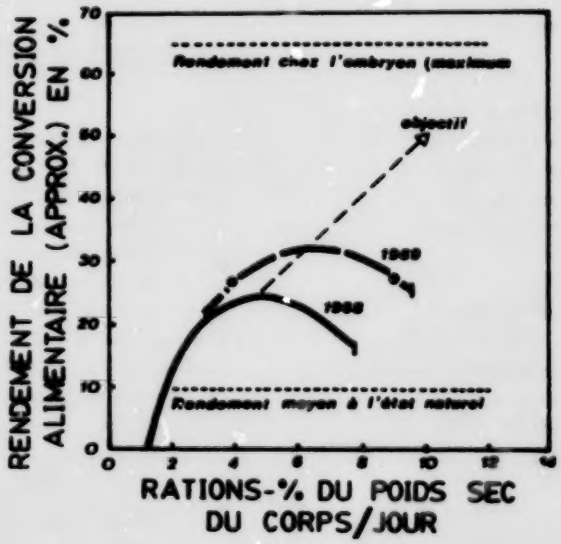


Figure 2. Rendement de la conversion alimentaire chez de jeunes saumons nerka, montrant les effets de l'utilisation, en 1969, d'une salinité et d'une photopériode améliorées comparativement à celles utilisées en 1968. On montre le rendement moyen de la conversion alimentaire à l'état naturel. Les embryons de poisson peuvent convertir 66% du vitellus en chair, ce qui est considéré comme le rendement de conversion le plus élevé possible (tiré de MacCrimmon et al., 1975).

2.6 Besoins nutritionnels et source de nourriture

La nourriture doit être peu coûteuse et disponible en grande quantité en toutes saisons. On tend vers l'utilisation d'une nourriture traitée et sous forme de boulettes comprimées puisque les aliments secs se conservent mieux.

On a constaté qu'en faisant varier la diète et la ration alimentaire, il est possible d'améliorer les taux de croissance. L'étude de la nutrition optimale est passée de la phase qualitative (diète) à la phase quantitative (ration).

> "La ration alimentaire définitive et le taux de croissance maximale n'ont pas été déterminés pour aucune espèce de poisson. De chaque nouveau progrès réalisé, il résulte une plus grande ration alimentaire et, conséquemment, un taux de croissance plus élevé.
>
> "En associant composition chimique et facilité de digestion, on a réussi à obtenir un rendement de conversion alimentaire de 50% pour des fingerlings de saumon, rendement jamais atteint jusqu'alors.
>
> "On peut prévoir que la nourriture appropriée, donnée au bon moment et dans un environnement adéquat à un jeune poisson, ait un rendement de conversion alimentaire supérieur à 50%." [Figs 3, 4] (MacCrimmon et al., 1975)

2.7 Génétique

On peut prévoir que la sélection génétique faite avec rigueur sera plus efficace et plus rapide que celle de l'élevage traditionnel. MacCrimmon et al. (1975) proposent les deux équations suivantes:

(une capacité génétique choisie)
X (l'environnement le plus adéquat)
= (le meilleur produit)

(la variation de la période naturelle du frai)
X (la variation de la période naturelle de l'éclosion)
X (le contrôle de la température)
X (le contrôle de la ration alimentaire)
= (un produit à l'état frais l'année durant)

2.8 Bioénergétique

Il est important de déterminer les meilleurs âges de croissance, le temps favorable à la récolte et l'utilisation de la nourriture.

2.9 Prédateurs et pestes

Les prédateurs, les organismes microscopiques parasitaires ainsi que les algues, plantes et animaux indésirables, doivent être identifiés dans chaque cas. Les dangers qu'ils représentent doivent être réduits ou éliminés d'une façon ou d'une autre. Il faut aussi se rendre compte que l'élevage va attirer une grande variété de prédateurs et pestes, et qu'il sera surprenant de constater l'identité de plusieurs d'entre eux.

2.10 Ingénierie

Les installations doivent être planifiées afin d'offrir les structures physiques et les conditions environnementales les meilleures et les plus efficaces pour satisfaire aux besoins biologiques. Ceci est essentiel pour que l'entreprise puisse dépasser le niveau de la

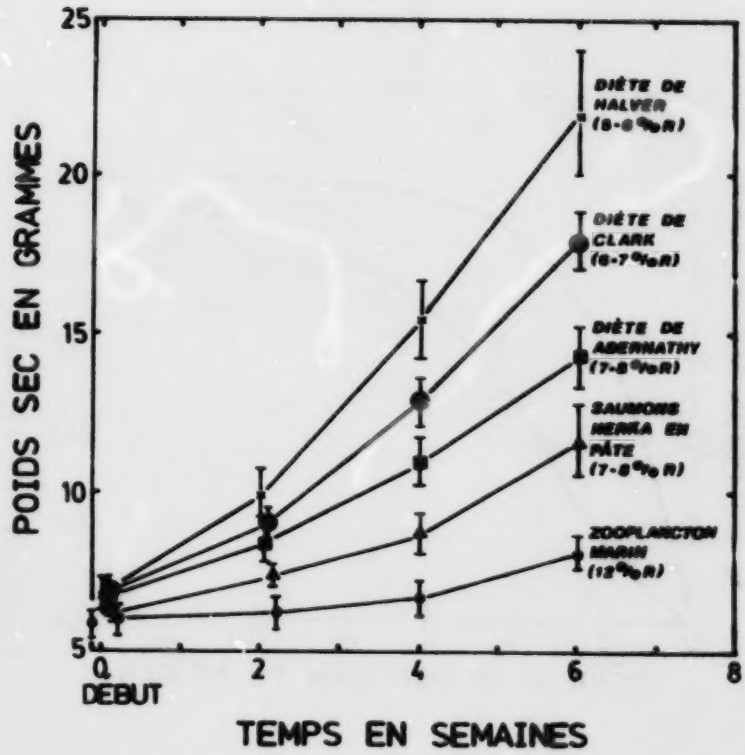


Figure 3. Croissance de jeunes saumons nerka nourris d'une forte ration composée de cinq diètes différentes; les autres conditions sont semblables et la température est de 15°C. Les rations, entre parenthèses, représentent les pourcentages en poids sec du corps par jour. Le zooplancton marin utilisé avait été congelé à l'état frais; il ne représente pas l'effet que produirait du zooplancton vivant (tiré de MacCrimmon et al., 1975).

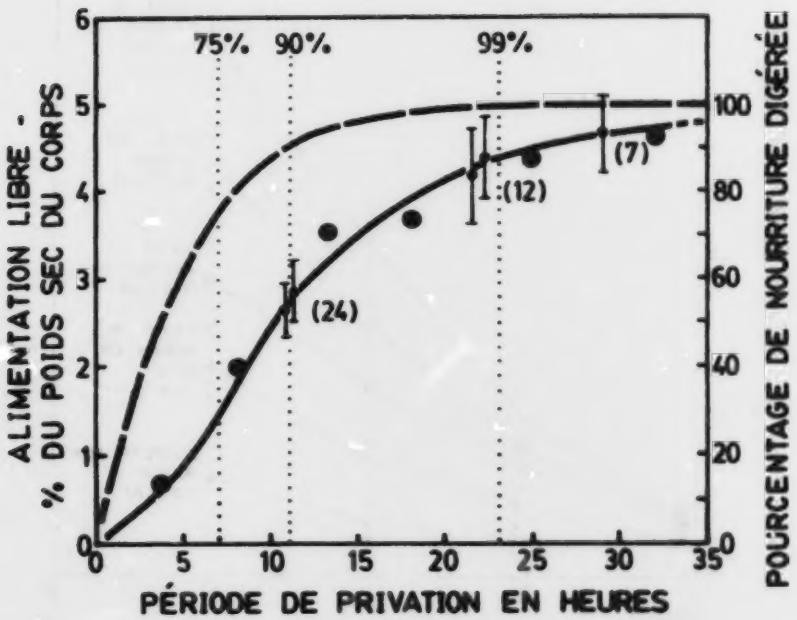


Figure 4. La vitesse de digestion du contenu stomacal (ligne discontinue) et l'accroissement de l'appétit (ligne continue) chez le jeune saumon nerka, à 15°C. Le début du temps le plus propice à l'alimentation se situe après 11 heures de digestion, quand l'estomac est vide à 90%. Il est possible de déterminer les horaires d'alimentation les plus appropriés en étudiant les effets de l'environnement et de la diète sur la vitesse de digestion et l'appétit (tiré de MacCrimmon et al., 1975).

simple survie. La technologie de l'aquaculture évolue rapidement. Il est préférable d'utiliser des installations flexibles et peu coûteuses pouvant être adaptées ou démolies quand elles deviennent désuètes.

2.11 Droits et propriété

Des dispositions doivent être prises afin d'assurer que le public en général ne soit pas trop affecté par l'exploitation aquacole. Les exploitants de fermes d'élevage doivent cependant s'assurer de droits de louage ou de propriété leur garantissant un usage exclusif, une protection complète et une permanence au moins équivalente à celle dont jouissent les fermiers.

2.12 Économie

La totalité de toute entreprise aquacole expérimentale, incluant le développement et les essais pré-commerciaux subséquents, doit être soumise à une estimation de prix de revient afin d'en évaluer les profits probables et de suggérer le meilleur choix à faire parmi les approches possibles, permettant ainsi d'obtenir une entreprise viable et réaliste.

> "Cependant, il faut se rappeler que les dimensions finales du marché et sa composition par espèces sont inconnues. Elles seront déterminées par des facteurs tels que le chiffre de la population, l'accroissement des revenus réels, le prix des produits, la disponibilité et les prix des denrées protéiques concurrentielles et les effets des techniques de commercialisation, telles que l'amélioration de la présentation, du conditionnement, de la publicité, de la distribution et de la qualité qui seront le résultat d'un approvisionnement régulier et prévisible en poissons ayant les dimensions et la qualité recherchées. Un facteur d'une grande importance pour l'avenir tiendra aux changements que l'on pourra susciter dans les habitudes du consommateur en introduisant sur le marché de nouvelles espèces dont on n'a pas encore pratiqué l'élevage. De telles considérations laissent prévoir que la dimension du marché à long terme et la structure des prix pourraient être très différentes des conditions actuelles." (O.C.D.E., 1972)

3. LES PRINCIPALES ÉTAPES DE LA CONDUITE D'UN ELEVAGE EN AQUACULTURE

Malgré la diversité du matériel et des méthodes, on peut reconnaître trois étapes principales dans la conduite d'un élevage en aquaculture.

3.1 L'obtention des juvéniles

"La disponibilité en juvéniles, naissain de mollusques, postlarves de crustacés, alevins ou "fingerlings" de poisson, est évidemment le point de départ de toute activité aquicole.

"Dans la majorité des cas, la pratique professionnelle se limite encore à récolter ces juvéniles dans la nature, puis à se livrer au grossissement. A terme, de tels apports apparaissent cependant insuffisants, soit qu'ils soient trop incertains, soit que les juvéniles, souvent fragiles, supportent mal la capture

ou le transport, soit enfin que les conditions de leur récolte, dates ou lieux, ne soient pas compatibles avec la mise en route d'une production programmée.

"A l'heure actuelle, un effort scientifique et technique considérable est développé pour mettre au point des écloseries artificielles. Elles visent un triple but: assurer la maturation des géniteurs, la nourriture aux jeunes larves et enfin la production des juvéniles eux-mêmes.

"On est encore loin de l'élevage "de l'oeuf à l'oeuf" qui reste le but à atteindre, particulièrement lorsque devront être abordées les études de sélection génétique." (Bougis, 1976)

3.2 L'engraissement (ou grossissement)

"L'engraissement vise à conduire les animaux en élevage du stade juvénile au stade de la commercialisation." (Bougis, 1976)

Comme on le verra plus loin, il peut se faire selon trois modes: extensif, semi-intensif, intensif.

3.3 L'affinage

"L'affinage vise à préparer le "produit fabriqué" en vue d'augmenter sa valeur marchande. Il n'est encore appliqué qu'à un nombre limité de cas. Il consiste généralement en une modification des dernières étapes du grossissement (changement du régime alimentaire, passage en milieu de salinité différente, etc.) destinée à parfaire la pigmentation ou le goût du produit (saumonisation en pisciculture, verdissement en ostréiculture, etc.)." (Bougis, 1976)

4. MODES D'EXPLOITATION

En particulier dans un élevage de grossissement, on a coutume de distinguer trois modes d'exploitation selon que la technique d'élevage employée vise le maintien d'un équilibre écologique ou non, et qu'elle nécessite peu ou beaucoup d'aménagements. Ces modes d'exploitation sont dits: extensifs, semi-intensifs ou intensifs (Fig. 5; Bougis, 1976).

Avec chacune des techniques d'aquaculture utilisée, on peut pratiquer un élevage monoculturel (exploitation d'une seule espèce) ou polyculturel (plusieurs espèces à la fois). Par contre, dans le milieu marin, il est plus efficace de faire l'élevage en simultané de stocks non compétitifs de mollusques, de crustacés et de poissons que de les élever individuellement (MacCrimmon et al., 1975).

4.1 La culture extensive

La culture extensive est caractérisée par le maintien d'un équilibre écologique naturel et stable, mais dirigé au profit de l'homme (Bougis, 1976) et par un faible niveau de contrôle. Les coûts initiaux sont bas, la technologie est peu sophistiquée et la production est de rendement faible (Kinne, 1980). Les élevages extensifs sont conduits sans fertilisation ni apport de nourriture (Bougis, 1976), et dépendent grandement du climat local et de la qualité de l'eau. Des exemples de culture extensive sont: la transplantation,

LA CULTURE EXTENSIVE	La transplantation L'enclos protégé L'élevage sous conditions hydriques modifiées Le repeuplement L'étang d'engraissement La culture sur le fond La fertilisation
LA CULTURE SEMI-INTENSIVE	La culture en suspension Le "sea-ranching" Le "sea-farming"
LA CULTURE INTENSIVE	En circuit ouvert En circuit fermé

Figure 5. Les différents modes d'exploitation en aquaculture.

l'enclos protégé, l'élevage sous conditions hydriques modifiées, le repeuplement, l'étang d'engraissement, la culture sur le fond et la fertilisation (voir Kinne, 1980).

4.1.1 La transplantation

La transplantation d'organismes d'un habitat pauvre à un habitat riche est l'exemple le plus élémentaire de culture extensive.

4.1.2 L'enclos protégé

Le contrôle contre les prédateurs est atteint en empêchant les prédateurs potentiels d'entrer dans l'enclos de culture. On utilise par exemple des tamis ou filets, ou des méthodes chimiques ou biologiques. Les méthodes chimiques nécessitent l'emploi de substances souvent très polluantes et devraient donc être éliminées. Les méthodes biologiques impliquent des organismes qui croissent au détriment des prédateurs; elles sont fortement recommandées pour le futur, tenant compte des considérations écologiques (Kinne, 1980).

4.1.3 L'élevage sous conditions hydriques modifiées

Cette technique implique le contrôle des écoulements, de l'oxygénation et des échanges gazeux (Kinne, 1980).

4.1.4 Le repeuplement

Le repeuplement n'est qu'une technique qui consiste à élever des jeunes en milieu artificiel puis à les déverser en milieu naturel. L'objectif du repeuplement est le rétablissement d'une population naturelle. Malheureusement, la plupart des repeuplements impliquant des poissons ou des crustacés n'ont pas donné une augmentation significative des prises (Kinne, 1980). Par ailleurs, l'impact du repeuplement est souvent difficile ou impossible à évaluer.

4.1.5 L'étang d'engraissement

De nombreux poissons marins remontent à la côte pour frayer; les jeunes, souvent sensibles à une certaine dessalure, s'établissent dans les eaux peu profondes des zones littorales et lagunaires où se constituent les nurseries. La technique consiste à aménager ces nurseries en étangs de grossissement, un système de vannes permettant la pénétration des jeunes lors de la montée, des claies ou des grilles empêchant le retour. Le contrôle des prédateurs y est facile et le succès de la récolte très élevé (Bougis, 1976).

Le danger de cette technique réside dans le fait que l'on effectue un grand prélèvement de jeunes, mettant en jeu les chances de survie de la population naturelle, dont le recrutement est diminué. Il faut donc s'assurer du repeuplement en libérant soit une partie des prises, soit des alevins élevés en laboratoire.

4.1.6 La culture sur le fond

Cette technique est exclusive à la culture d'espèces benthiques sédentaires comme les huîtres, les myes, les moules, les palourdes. La culture la plus simple consiste à récolter de jeunes mollusques, à les trier et à les répandre sur des concessions privées, à une profondeur désirée. En général, l'ensemencement ne se fait qu'après nettoyage du sol, élimination des prédateurs et parfois aussi des roches et, selon le cas, apport de sédiments tels que gravier, sable ou au contraire, désensablement (Bougis, 1976).

"Une fois venu le temps de la récolte, la cueillette à la main peut suffire à marée basse dans les

eaux peu profondes ou les plaines à découvert. Le procédé est ordinairement lent et n'est rentable qu'aux endroits où les organismes sont abondants [...]". (Medcof, 1968)

D'une région à l'autre, les méthodes varient. Dans certaines régions des Maritimes par exemple, les huîtres élevées sur le fond sont récoltées à l'aide de fourches ou de grandes pinces à ratelliers.

"Dans les eaux trop profondes ou trop froides pour la cueillette à la main, on peut se servir de râteaux [...]. tous ont une tête courte et des dents longues et courbées [...]. Les râteaux ne sont pas très efficaces [...].

"Sur de petites surfaces où le lit est de niveau et à des profondeurs modérées, les pinces sont satisfaisantes [...]. Les pinces ou râteaux-tenailles sont comme une paire de râteaux reliés ensemble par leurs manches comme des ciseaux, à environ le tiers de la longueur du manche à partir de la tête. Les dents des deux râteaux pointent vers l'intérieur [...]. Pour la pêche à de plus grandes profondeurs, on se sert de la drague [...]. Elle ressemble à un grand râteau doublé d'un sac et tiré sur le fond [...]." (Medcof, 1968)

Quand on dragues sur des fonds boueux, les organismes filtreurs peuvent ingérer suffisamment de sédiments pour les rendre commercialement indésirables. Il faut donc, dans ce cas, prévoir des installations où on peut les placer le temps nécessaire pour qu'ils éliminent les sédiments ingérés. Ces installations peuvent être une baie dont le fond est dur ou de grands bassins où il y a une circulation constante de l'eau (Lutz, 1980).

"Dans les eaux juste assez profondes pour permettre à un bateau de flotter jusqu'à une profondeur d'environ 10 pieds, la récolteuse hydraulique est l'appareil de pêche qui donne le meilleur rendement [...]. Cette récolteuse est munie de puissants jets d'eau qui soulèvent les organismes du fond et les font passer sur une courroie sans fin qui les amène à la surface [...]. En plus d'être pratique et rapide, la récolteuse ramène des organismes propres. Ils sont entièrement lavés par les jets d'eau qui se trouvent à la tête de l'engin." (Medcof, 1968)

Lorsqu'on dit culture sur le fond, cela ne signifie pas nécessairement que les organismes doivent être en contact direct avec le fond. Une variante de cette technique de culture consiste à placer les organismes dans des paniers ou cages et à déposer ceux-ci sur le fond. La manipulation est alors simplifiée lors des travaux d'entretien ou de récolte. Cette méthode assure une plus grande protection contre les prédateurs.

4.1.7 La fertilisation

Il s'agit par exemple d'exploitations dans lesquelles les bassins de grossissement sont fertilisés afin de favoriser la poussée végétale utile aux herbivores. La fertilisation doit viser non seulement à favoriser la poussée algale, mais encore à la diriger sélectivement (Bougis, 1976).

4.2 La culture semi-intensive

La culture semi-intensive est caractérisée elle aussi par un maintien de l'équilibre écologique et dépend également du climat local et de la qualité de l'eau. Cependant, elle nécessite plus d'aménagements que la culture

extensive. Des exemples de ce type d'exploitation sont: la culture en suspension, le "sea-ranching" et le "sea-farming".

4.2.1 La culture en suspension

Ce mode de culture s'applique en particulier aux élevages de mollusques, et le principe en est très simple. L'élevage consiste en une série de grappes ou autres formes regroupant de nombreux individus et qui sont suspendues dans la colonne d'eau. Les mollusques croissent en tirant leur nourriture de l'eau qu'ils filtrent. Ils sont récoltés lorsqu'ils ont atteint la taille dictée par les conditions du marché.

Pour démarrer et maintenir l'exploitation, il faut constamment se procurer de jeunes individus. La façon la plus élémentaire de les obtenir consiste à les prélever sur des gisements naturels pour les mettre directement en suspension. Cependant, cette source d'approvisionnement est contrôlée par l'intensité de la fixation naturelle du naissain au voisinage ou en dehors des gisements. Il va de soi que sur les gisements, le mélange du naissain avec les adultes n'est propice ni à la récolte de lots de taille uniforme, ni au maintien de la population (Poirier et Myrand, 1983). C'est pourquoi dans la majorité des cas, les jeunes individus sont recueillis grâce à des capteurs à naissain.

On commence par repérer les gisements naturels pour en déterminer le ou les moments de ponte. Après la ponte, les oeufs fécondés se transforment en larves qui séjournent dans l'eau avant de choisir un site pour se fixer. A ce moment, il faut déjà avoir introduit un capteur, ou collecteur, de construction appropriée à la fixation de l'espèce recherchée.

Dans le cas des moules par exemple, les oeufs fécondés se transforment rapidement en larves véligères reconnaissables par la forme et la dimension de leurs coquilles larvaires. Les larves se développent en flottaison dans l'eau. A la taille de 400 µm, elles se fixent à un substrat filamenteux au moyen d'une sécrétion adhésive, le byssus. Cette fixation n'est pas définitive puisque les larves peuvent se détacher et se fixer plusieurs fois. Elles se fixent définitivement sur ou au voisinage des gisements naturels lorsqu'elles atteignent la taille de 1-2 mm (Poirier et Myrand, 1982). On les appelle alors collectivement naissain. C'est à ce moment qu'il est important d'intervenir en plaçant des capteurs qui sont simplement des supports artificiels adéquats pour la fixation des larves. Il en existe toute une série, à partir de simples branches d'arbres jusqu'à des filets de plastique, en passant par des structures en fibre de coco ou par des tuiles d'ardoise recouvertes de chaux afin d'empêcher la fixation d'organismes non désirés.

Une fois le naissain fixé, on retire les capteurs de l'eau pour en arracher les jeunes mollusques que l'on place dans un sac à mailles fines et peu résistantes. Ce filet ne sert qu'à retenir les très jeunes moules en paquets cylindriques (boudins) suffisamment les unes aux autres par leur byssus. Par la suite, le filet se désagrégera. Le tout est inséré dans un ou deux autres filets à mailles plus grandes et plus résistantes (Poirier et Myrand, 1983).

La suspension des filets et organismes se fait à partir de structures lourdes, les unes fixes (pilotis, jetées), les autres flottantes (pontons, radeaux), ou de structures légères (cordes, bouées; Figs 6, 7, 8).

La culture en suspension a beaucoup d'avantages: grand potentiel de production, augmentation du volume d'eau filtrée, contrôle sur la densité, protection contre les prédateurs, envasement faible, facilité d'accès à l'élevage. En particulier, ce mode permet d'utiliser des surfaces qui sont impropres à l'élevage sur le fond. Cependant, ces installations sont vulnérables aux tempêtes et ne devraient être réalisées qu'en zone abritée.

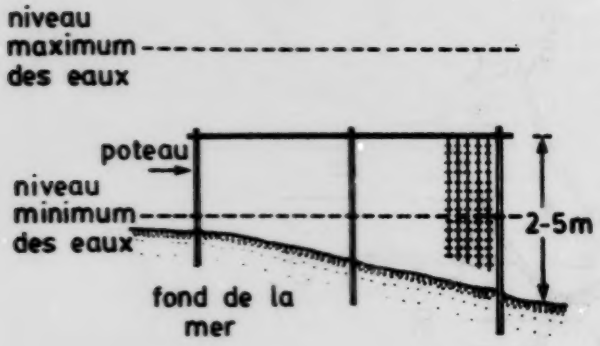


Figure 6. Structure fixe pour la culture en suspension. Des poteaux sont enfoncés dans le fond et ils sont reliés entre eux par des poutres à partir desquelles pendent des cordes à suspension (modifié d'après Kinne, 1980).

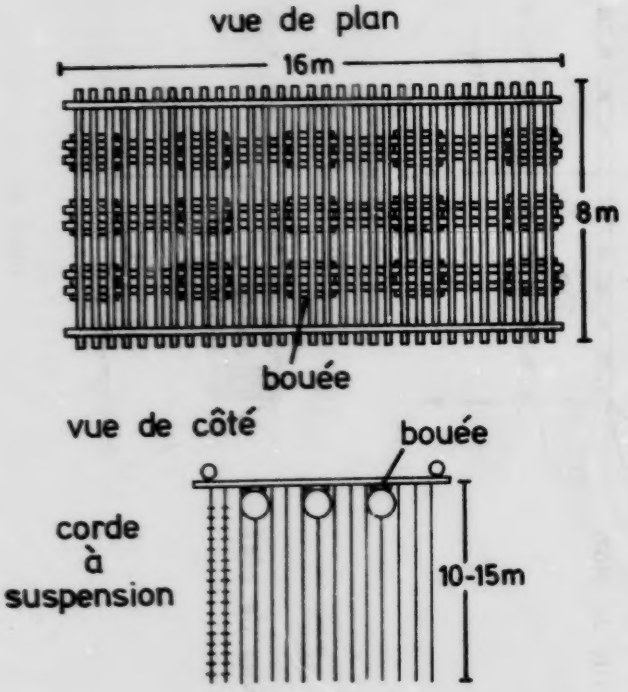


Figure 7. Méthode de culture en suspension à partir de radeaux; faits de poteaux attachés à angles droits, les radeaux flottent sur des bouées (modifié d'après Kinne, 1980).

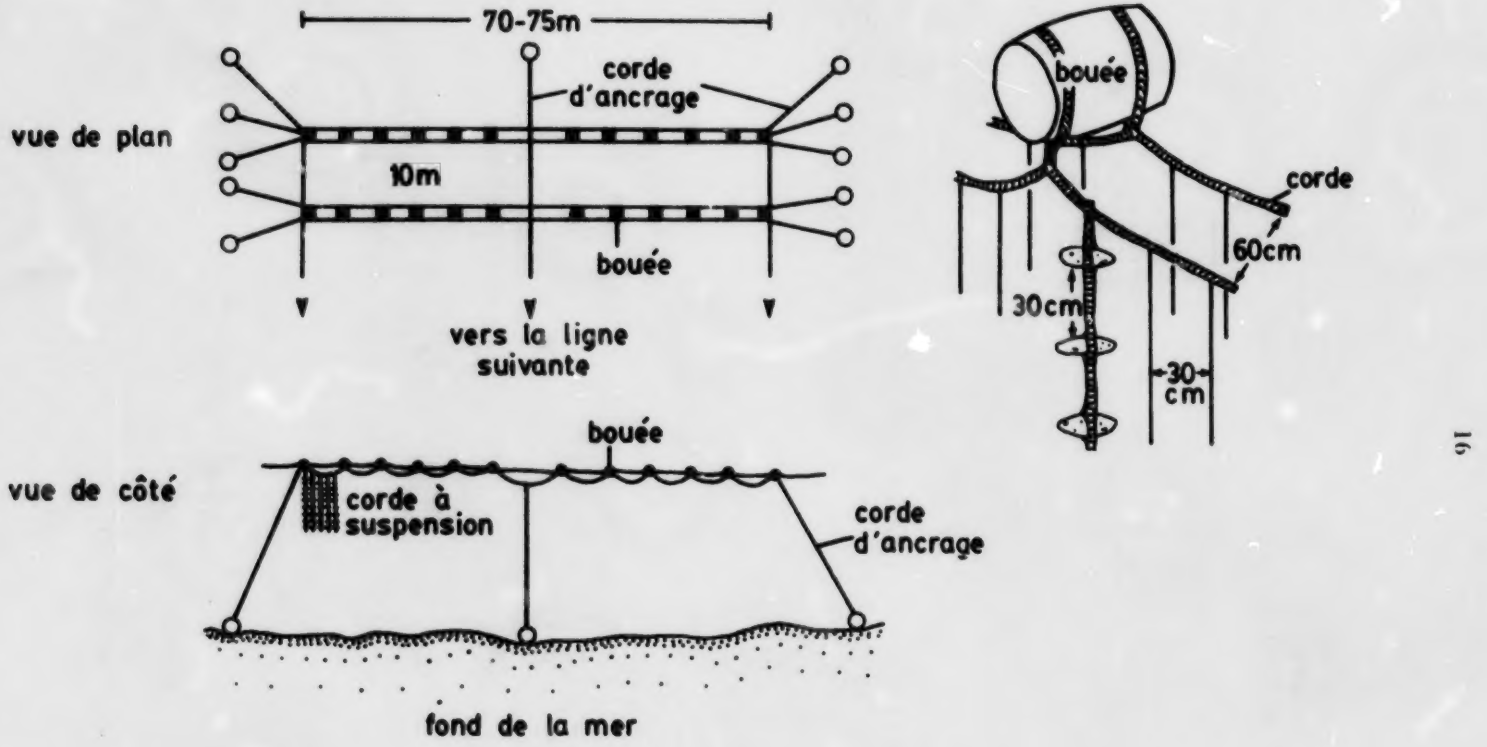


Figure 8. Structure légère pour la culture en suspension. Une série de cordes courant entre des bouées ancrées soutiennent les cordes à suspension (modifié d'après Kinne, 1980).

De plus, elles sont sujettes à la destruction par les glaces, à moins qu'un mécanisme d'immersion saisonnière n'ait été prévu. Il ne faut pas minimiser l'effet du poids et de la résistance au courant des mollusques cultivés et des autres organismes qui viendront se fixer sur les structures flottantes. D'autre part, les mollusques suspendus sont vite recouverts d'épibiontes qu'il faut éliminer périodiquement par brossage, jet d'eau ou dessiccation temporaire au soleil.

4.2.2 Le "sea-ranching"

Le "sea-ranching" est une variante de la technique de repeuplement sauf que celui-ci se base sur la connaissance du corridor et des habitudes de migration des poissons, lesquels peuvent être récoltés au moment opportun. La technique consiste à élever, dans un premier temps, en eau douce, un très grand nombre de jeunes poissons anadromes jusqu'à ce qu'ils soient physiologiquement aptes à passer en mer. A ce stade, ils sont libérés. Après avoir effectué une migration en mer, ils retournent à leur rivière natale pour s'y reproduire. C'est au moment d'entrer dans la rivière que les adultes sont récupérés pour leur commercialisation et qu'un certain nombre est gardé comme géniteurs pour réamorcer le cycle.

L'avantage principal de cette technique est que lorsque les poissons demandent une quantité énorme d'aliments pour réaliser leur croissance marine, ils sont déversés à l'eau et vont se nourrir gratuitement dans la mer.

On peut illustrer les inconvénients de cette technique en prenant comme exemple des essais réalisés avec le saumon de l'Atlantique (voir Turgeon, 1982):

a) le prix de revient relativement élevé de 2 00 $ du saumoneau;

b) pour couvrir uniquement le coût des saumoneaux déversés, le taux de retour doit être de 5%. Or ce taux n'a jamais été atteint au Québec, et ne l'a que rarement été sur toute la côte atlantique. Le meilleur pourcentage de retour enregistré au Québec n'a été que de 2,79%;

c) une fois les saumons rendus dans l'océan, ils deviennent propriété commune au même titre que les saumons naturels, et ils peuvent être capturés par tous les intervenants (Groenland, Terre-Neuve, etc.);

d) les dangers que représente cette introduction de poissons "artificiels" sur les populations naturelles.

Il existe des solutions possibles à ces difficultés. On peut diminuer le coût de production des saumoneaux en améliorant leur taux de croissance en pisciculture et de ce fait, libérer des saumoneaux âgés de 1 an au lieu de 2 ans et plus. Cette amélioration peut s'obtenir soit par réchauffement de l'eau, variation de la photopériode, utilisation d'une diète appropriée, recyclage des calories, ou par des manipulations génétiques du stock en élevage.

L'augmentation du taux de retour serait favorisée par l'utilisation de techniques et de mesures telles que le lâcher différé, l'étang de relâche, la vaccination anti-vibriose, l'imprégnation artificielle. Le taux de retour pourrait aussi être augmenté en améliorant la rusticité des saumoneaux, par des techniques d'élevage en milieu semi-naturel ou en eau saumâtre (Turgeon, 1982).

4.2.3 Le "sea-farming"

Le "sea-farming" est une technique qui consiste à élever des organismes en captivité en milieu marin. Il faut continuer de les nourrir et de leur apporter les soins qu'ils

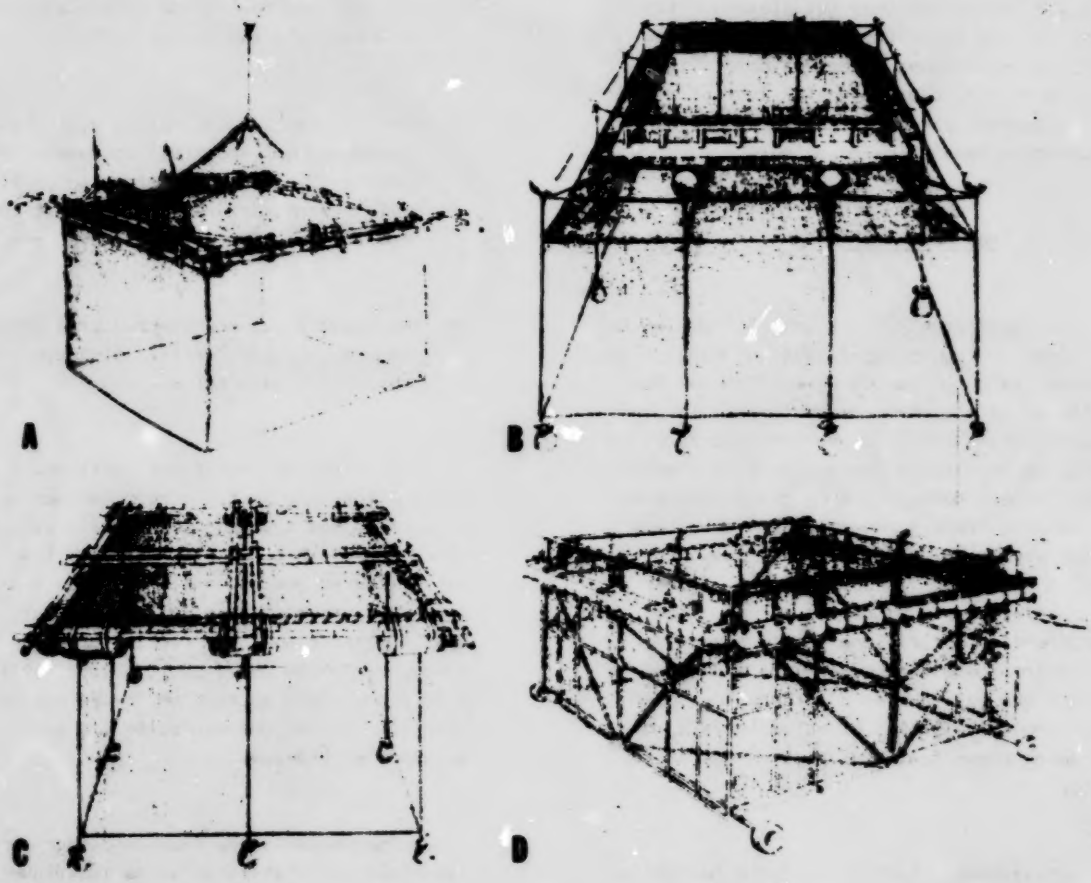


Figure 9. Quelques modèles de cages flottantes mises au point par les Japonais: A) Cage suspendue à un cadre de bambou recouvert de filet; B) Cage suspendue à des ballons de verre avec rebords en filet; C) Cadre de bambou supporté par des flotteurs cylindriques; D) Cage rigide en treillis métallique plastifié. La cage la plus utilisée est montrée en C); sa surface approximative varie de 9 m² à 330 m² et sa profondeur peut dépasser 9m (tiré de MacCrimmon et al., 1975).

exigent. Cet élevage peut se faire dans diverses installations. Dépendamment de la qualité ou de la disponibilité des sites, on peut utiliser soit des bassins (avec pompage), soit des étangs à marée (avec ou sans pompage) ou encore des cages (flottantes ou immergées). Les cages utilisées en aquaculture sont habituellement construites en bambou, en rotin, en madriers de bois ou en filets d'acier ou de nylon (Fig. 9).

La culture en cage flottante a beaucoup d'avantages. Les organismes restent immergés en dépit des variations de hauteur des marées. On peut utiliser de petites unités, ce qui facilite le nettoyage, le tri des poissons et le nourrissage; leur mobilité permet de changer d'environnement si nécessaire. Il est possible de renouveler l'eau de la cage par la production de courants ascendants qui traversent le filet de la cage; ces courants peuvent être produits par aération ou autrement. Les cages flottantes offrent une protectio contre les prédateurs. De plus, on y risque moins que dans les parcs fermés (estuaire) de perdre la récolte à cause de suffocation, si les cages sont, même à marée basse, bien au-dessus du fond de la mer.

Quelques-uns des inconvénients sont: les coûts initiaux plus élevés que ceux de la simple fermeture d'une baie à l'aide de filets; la résistance provoquée par l'ancrage dans les courants de marée qui provoque le repli des filets; les dommages causés par les billes à la dérive, qui menacent toute structure composée de filets. Dans toute structure immergée, il faut prévoir que l'encrassement des filets créera une charge en augmentant la résistance au courant et le poids de la cage lors du sortir de l'eau. L'encrassement ne progresse pas au même rythme sur tous les matériaux; MacCrimmon et al. (1975) recommandent, en ordre décroissant: les matériaux galvanisés, les fibres synthétiques et les fibres naturelles.

4.3 La culture intensive

La culture intensive est caractérisée par un haut degré de contrôle des facteurs de production. Conséquemment, on y trouve des coûts initiaux élevés, beaucoup de technologie, un bon rendement, une tendance à être indépendant du climat régional et de la qualité de l'eau naturelle, l'emploi de bassins artificiels (Bougis, 1976). En culture intensive, on ne recherche qu'un rendement métabolique maximum, sans aucun souci de maintien d'un équilibre écologique. C'est un renouvellement constant du milieu, c'est-à-dire l'eau, qui assure par une circulation rapide l'évacuation des déchets et l'apport d'oxygène. La totalité de la nourriture y est fournie artificiellement.

On reconnaît deux techniques de culture intensive selon le système d'aménagement des eaux: le circuit ouvert et le circuit fermé.

4.3.1 Le circuit ouvert

Le circuit ouvert ne peut être opéré que près de la rive. L'eau est pompée de la mer vers les bassins de culture puis rejetée à la mer.

4.3.2 Le circuit fermé

Techniquement, le circuit fermé est dépendant d'un système de purification de l'eau recirculée pour la réoxygéner, la détoxyfier et la nettoyer des excréments et des micro-organismes indésirables qu'elle contient.

Un tel système où on contrôle les facteurs environnementaux (température, salinité, photopériode...) permet d'opérer loin de la rive (Kinne, 1980).

Une réserve d'eau de renouvellement doit être disponible afin de permettre l'isolement complet de certains réservoirs du système de recirculation principal; cela permet d'isoler des organismes atteints de maladies. Les coûts élevés d'investissement et d'entretien ne permettent pas encore de rentabiliser une telle entreprise.

PARTIE II - L'AQUACULTURE AU QUÉBEC

5. JURIDICTIONS ET INTERVENANTS

La législation tant fédérale que provinciale permettant à l'aquaculture de prendre de l'expansion au Canada est pour le moins fragmentaire.

> "Le statut légal de l'aquaculture et les droits fondamentaux qui s'y rattachent n'étant pas définis, les gens qui mettent sur pied des entreprises risquent d'en supporter les conséquences". (MacCrimmon et al., 1975)

Le futur exploitant aquacole doit obtenir des gouvernements provincial et fédéral les permis nécessaires à l'expérimentation et à l'exploitation de son entreprise. Cependant, les juridictions respectives de ces gouvernements font, au moment d'écrire ces lignes, l'objet d'un remaniement en profondeur. La reprise par le fédéral de certaines prérogatives jusqu'à récemment accordées au provincial, ainsi que le dépôt récent à l'assemblée nationale d'un nouveau projet de loi auront pour conséquences d'assurer aux deux gouvernements certains pouvoirs légaux dans le domaine de l'exploitation des pêches. En ce qui concerne plus particulièrement l'aquaculture, l'étendue et la spécificité des juridictions respectives ne sont pas encore précisées. Il est raisonnable de penser que les exploitants actuels et futurs devront s'adresser aux représentants des deux gouvernements pour obtenir tous les permis requis.

Il y a absence presque totale de programmes d'aide autres que ceux qui s'appliquent à toutes les autres industries (voir cependant l'Annexe III). L'insuffisance de fonds d'investissement et d'exploitation est une importante limitation au développement de l'aquaculture. Les entreprises se retrouvent souvent à court de fonds à cause de la longue période nécessaire à la production. L'information portant sur les sources actuelles de support financier, autant provincial que fédéral, devrait être coordonnée et interprétée spécifiquement pour l'industrie aquacole (MacCrimmon et al., 1975).

Nous donnons dans les lignes qui suivent, à titre informatif seulement, quelques renseignements sur des points particuliers de la juridiction des divers ministères impliqués. Lorsqu'il y a lieu, nous indiquons l'aide financière disponible ou l'existence de projets de recherche en cours touchant l'aquaculture. La description des projets pertinents se trouve au chapitre sept.

5.1 Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPA)

Récemment le MAPA a mis en vigueur un programme visant à favoriser l'augmentation de la production de truites arc-en-ciel (Salmo gairdneri) de saumons de l'Atlantique (Salmo salar) et de moules (Mytilus edulis), destinés à la consommation humaine par la restructuration des fermes piscicoles privées existantes ou la création de nouvelles unités de production piscicole ou aquicole. Dans ce programme, le Ministère fournira l'aide technique, les conseils nécessaires et une aide financiè-

re totalisant 50% des coûts inhérents au projet jusqu'à concurrence de 40 000 $ (Annexe III).

Le nouveau projet de loi 48 déposé récemment à l'Assemblée nationale et intitulé "Loi sur les pêcheries et l'aquaculture commerciales et modifiant d'autres dispositions législatives" clarifiera le partage des responsabilités entre les trois ministères québécois: Agriculture, Pêcheries et Alimentation; Environnement; Loisir, Chasse et Pêche.

5.2 Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec (MLCP)

Le MLCP est le seul maître d'oeuvre dans le cas des pisciculture gouvernementales. Il a juridiction sur:

a) Le contrôle de l'importation et de l'exportation des oeufs vivants et des poissons vivants ou morts;

b) Le contrôle du transport ou du transfert de poissons vivants ou d'oeufs de poisson devant servir à l'incubation, à la récolte de poissons pour la reproduction ou le recensement et au prélèvement d'oeufs de poisson pour la reproduction;

c) L'octroi des permis pour exploiter un établissement piscicole;

d) La délimitation des zones d'élevage, de transport et d'introduction de poissons. Bien qu'à l'échelle mondiale, presque toutes les espèces de salmonidés migrateurs fassent l'objet d'opérations d'élevage en milieu marin, au Québec, ce type d'élevage est limité de façon réglementaire au saumon de l'Atlantique (Salmo salar) et à l'omble de fontaine (Salvelinus fontinalis) (Turgeon, 1982).

e) L'administration du règlement sur la protection de la santé des poissons au Québec (Hansen et al., 1980).

5.3 Ministère de l'Environnement du Québec (MENVI)

Le ministère de l'Environnement du Québec s'occupe des questions telles que le choix de l'emplacement, les structures de contrôle des niveaux d'eau, les mesures de prévention de l'érosion, le drainage, les méthodes d'élimination des déchets, de même que l'utilisation de produits chimiques et antibiotiques. Le MENVI est également responsable de l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement et il se réserve le droit d'exiger toute modification jugée nécessaire pour assurer une meilleure protection des eaux du Québec (Hansen et al., 1980).

5.4 Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (MER)

Le MER oblige les personnes qui désirent entreprendre la construction d'un barrage de retenue des eaux d'un lac, d'un étang, d'une rivière ou d'un cours d'eau, à obtenir l'approbation préalable de leurs plans et devis (Hansen et al., 1980).

5.5 Ministère canadien des Pêches et des Océans (MPO)

Actuellement, le partage des juridictions respectives du gouvernement du Canada et du gouvernement du Québec dans le domaine des pêches fait l'objet d'une révision en profondeur.

Le ministère des Pêches et des Océans est responsable en particulier de l'application du

Règlement sur la protection de la santé du poisson. Le Règlement vise à prévenir la propagation d'agents pathogènes par des moyens comme l'émission de certificats et le contrôle du mouvement des produits provenant de l'extérieur du Canada. Le Ministère maintient à Ottawa un registre national d'ichthyopathologie que toute personne ou organisme intéressé peut consulter.

Le MPO est aussi responsable de l'application de la loi sur l'habitat du poisson. Dans ce contexte, habitat et poisson sont pris dans leur sens le plus large, incluant les eaux, fonds et berges ainsi que toutes les espèces vivantes qu'ils supportent. L'action du Ministère vise à prévenir toute perte nette d'habitat qui serait causée par l'addition de polluants, les déversements de toutes sortes, les barrages et digues, la construction de routes, etc... L'exploitant aquacole doit donc s'assurer que son exploitation ne contrevienne pas à cette loi.

Enfin, ce Ministère doit aussi inspecter et certifier les produits marins destinés à l'exportation.

6. HISTORIQUE ET LOCALISATION DES TRAVAUX D'AQUACULTURE

L'idée de pratiquer l'aquaculture n'est pas nouvelle. Bien que très limitée à ses débuts, l'aquaculture marine au Québec n'a cessé de grandir pour en arriver à être, en 1983, un domaine de recherche qui sait s'attirer l'attention de plusieurs chercheurs.

6.1 Ordre chronologique des travaux d'aquaculture au Québec

1859-1912	John Holliday et sa famille ont exploité de façon périodique une installation de reproduction sur la rivière Matsie pour accroître la population de saumons de cette rivière (Hansen, et al., 1980).
1875...	Ouverture des pisciculture de Gaspé et de Tadoussac (Hansen et al., 1980).
1875	4 000 oeufs de saumon Chinook ont été reçus à Tadoussac.
1876	4 000 oeufs supplémentaires ont été reçus. Des poissons de ces deux lots ont été déversés dans la rivière des Escoumins (Hansen et al., 1980).
1900	Tentative d'incubation d'oeufs de homard à Gaspé.
1910-1919	Deux écloseries de homards ont été mises en opération, l'une à Port-Daniel, l'autre à Havre-aux-Maisons (Corrivault et Tremblay, 1948).
1922...	Les pisciculture fédérales (de Gaspé et Tadoussac) furent transférées au provincial (Hansen et al., 1980).
1938	Edmond Richard de Grande-Entrée aurait transplanté un banc d'huîtres de taille commerciale provenant du Nouveau-Brunswick par environ 1,8 mètres de profondeur (Poirier, 1973).
1948-1960	Des spécialistes en ostréiculture de la Station de biologie de St-Andrews, N.-B. (R.R. Logie en 1948

et S.F. Vass en 1960) vinrent aux Îles-de-la-Madeleine afin d'évaluer le potentiel ostréicole de la région. Après une courte reconnaissance des lieux, ces auteurs conclurent que les facteurs hydrologiques semblaient favorables à l'introduction de l'huître américaine, mais que la superficie des fonds propices paraissait restreinte (Giguère et Poirier, 1980).

1960-1982 Le M.L.C.P. a opéré un étang de conservation de saumons de l'Atlantique à Maria (Conservation de la faune, Maria, comm. pers.).

1963 Larry Rowdon aurait introduit 200 huîtres dans la lagune de Havre-aux-Maisons (Giguère et Poirier, 1980).

1972-1974 (approx.) Essais d'élevage par la Direction de la recherche du M.L.C. de civelles d'anguilles d'Amérique, Anguilla rostrata, en bassins d'eau douce à Québec.

1972-1977 Lucien Poirier, pour le compte de la D.G.P.M., a dirigé une série d'études aux Îles-de-la-Madeleine afin de vérifier la viabilité de l'huître américaine, Crassostrea virginica, avec comme objectif final l'établissement d'une ostréiculture commerciale (Giguère et Poirier, 1980).

1973... Ouverture de la pisciculture provinciale d'Anse Pleureuse (Hansen et al., 1980).

1973... Lucien Poirier, puis Bruno Myrand, pour le compte de la D.G.P.M. poursuivent des travaux aux Îles-de-la-Madeleine afin d'y implanter l'élevage de la moule bleue, Mytilus edulis (Poirier et Myrand, 1983).

1978-1979 Essais de sea-ranching avec l'omble de fontaine Salvelinus fontinalis, à la Station de recherche de Matamek (Porterfield, 1982).

1979 La D.G.P.M. fait des essais de captage et d'élevage de la mactre de l'Atlantique, Spisula solidissima, aux Îles-de-la-Madeleine (Bruno Myrand et Michel Giguère, comm. pers.).

1979... La D.G.P.M. fait des essais d'élevage du pétoncle géant, Placopecten magellanicus, sur la Côte-Nord du golfe Saint-Laurent et en Gaspésie (Bruno Myrand et Michel Giguère, comm. pers.).

1980... Mise au point de l'emploi de fibres creuses dyalisantes pour la culture massive de phytoplancton à la Station aquicole de la Pointe, Pointe-au-Père (Marsot et al., 1981).

1981 Mise au point d'un système de culture de zooplancton à la Station aquicole de la Pointe, Pointe-au-Père (Bernier, 1981).

1981 Recherche dans le but d'implanter une salmoniculture commerciale du saumon de l'Atlantique, Salmo salar, dans le bassin hydrographique de la rivière Mitis (GERMA et SARRM, 1981; GRIA, 1983).

1982... La compagnie Les Crustacés vivants madelinots inc. tente l'élevage du

homard, Homarus americanus, dans une lagune des Iles-de-la-Madeleine (Gagnon et Fradette, 1983; Gagnon et al., 1984).

1982... Essais d'élevage de la moule bleue à Carleton, Gaspésie (Bruno Myrand, comm. pers.).

1982... Ouverture officielle de la Station aquicole de la Pointe, à Pointe-au-Père.

1982 Culture d'algue (Chondrus crispus) à la Station aquicole de la Pointe, Pointe-au-Père (Bérubé, 1982).

1982... Aqui-Cartier effectue des travaux dans le but de réaliser la culture de la moule bleue, Mytilus edulis, et de la moule géante, Modiolus modiolus, dans la région de Port-Cartier (Deschênes, 1982a; 1982b).

1982... Culture en cage de saumons et de ouananiches dans l'estuaire de la rivière aux Outardes (Saint-Gelais, 1983).

1983... Etudes sur l'élevage de l'omble de fontaine, Salvelinus fontinalis, à la Station aquicole de la Pointe, Pointe-au-Père (Besner, 1983).

1983 Examen des mécanismes de coordination entre la ponte de certains invertébrés marins et la poussée printanière du phytoplancton (Starr, 1983).

1983... Essais de reconditionnement de charognards de Salmo salar dans l'estuaire de la rivière Bonaventure (ZEC Bonaventure, comm. pers.).

1983... Un lâcher différé de Salmo salar dans la rivière Ste-Anne (Yvan Turgeon, comm. pers..).

1983... Culture d'algues marines sur milieux enrichis (Sansregret, 1983).

1983... Mise au point d'une diète pour l'engraissement du homard, Homarus americanus, par la D.G.P.M. à la Station aquicole de la Pointe, Pointe-au-Père (Bruno Myrand, comm. pers.).

1983... Essais d'élevage du pétoncle géant, Placopecten magellanicus, à Port-Daniel (Claude Mercure, comm. pers.).

6.2 Localisation des travaux d'aquaculture au Québec

Jusqu'à maintenant, la grande majorité des travaux d'aquaculture au Québec ont été faits en circuit ouvert ou en milieu naturel. Ils se situent donc presque tous le long de la côte estuarienne ou marine (Fig. 10). Un seul projet est effectué en eau de mer reconstituée, dans la ville de Québec. Les deux sites les plus importants en aquaculture au Québec sont: la Station aquicole de la Pointe, à Pointe-au-Père et les lagunes des Iles-de-la-Madeleine. Les autres travaux sont répartis de part et d'autre du fleuve Saint-Laurent ou dans la Baie-des-Chaleurs.

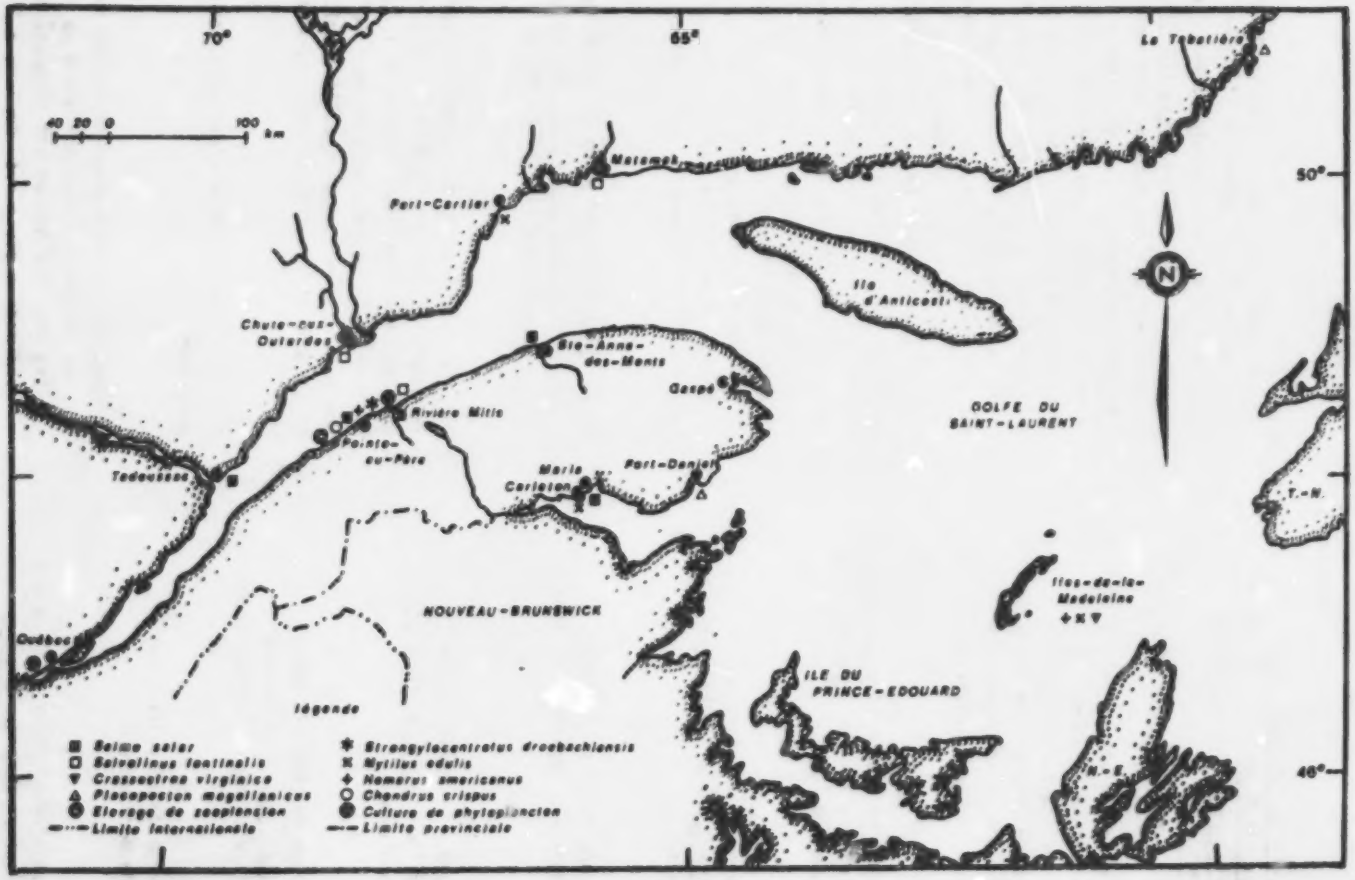


Figure 10. Localisation des travaux d'aquaculture au Québec.

7. DESCRIPTION DES TRAVAUX D'AQUACULTURE AU QUEBEC

7.1 Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPA), Direction générale des pêches maritimes (DGPM)

La D.G.P.M. a effectué et poursuit différents projets de recherche en aquaculture. (Nous incluons ici les travaux faits sous l'égide du ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec (MIC), dont dépendaient autrefois les services de la D.G.P.M.):

- Des essais d'élevage de l'anguille, Anguilla rostrata, à partir de civelles, dans des bassins d'eau douce à Québec;

- Des essais d'élevage de l'huître américaine, Crassostrea virginica, dans les lagunes des Iles-de-la-Madeleine;

- Des essais d'élevage de la moule bleue, Mytilus edulis, dans les lagunes des Iles-de-la-Madeleine;

- Des essais de captage et d'élevage de la mactre de l'Atlantique, Spisula solidissima, aux Iles-de-la-Madeleine;

- Des essais d'élevage du pétoncle géant, Placopecten magellanicus, à La Tabatière, comté de Duplessis et dans la Baie de Gaspé;

- Des essais d'élevage de la moule bleue à Carleton, comté de Bonaventure;

- Des travaux sur la mise au point d'une diète pour l'engraissement du homard, Homarus americanus, à la Station aquicole de la Pointe, Pointe-au-Père.

7.1.1 Essais d'élevage de l'anguille (Anguilla rostrata) en bassin d'eau douce

Au début des années 1970, la Direction de la recherche du ministère de l'Industrie et du Commerce fit des essais infructueux d'élevage de l'anguille d'Amérique, Anguilla rostrata. En se basant sur des modèles européens et de l'Atlantique canadien, on se proposait de faire la croissance des civelles jusqu'à la taille adulte. En particulier, durant l'été 1973, plusieurs voyages furent faits à des rivières de la région de Rimouski pour récolter des jeunes civelles qui y montaient depuis la mer. Elles furent amenées en eau douce dans un grand bassin (9 m X 15 m) d'élevage en béton sur la rive sud à l'ouest du Pont de Québec, et d'autres bassins d'essais au laboratoire. Des difficultés d'ordre technique canalisèrent les énergies des participants loin des objectifs devant permettre un suivi de la biomasse et des populations. L'ampleur du projet dépassant le budget prévu, il fut abandonné (René Fradette, comm. pers.).

7.1.2 Essais d'élevage de l'huître américaine (Crassostrea virginica) dans les lagunes des Iles-de-la-Madeleine

De 1972 à 1977, M. Lucien Poirier, pour le compte de la DGPM, a dirigé une série d'études aux Îles-de-la-Madeleine (Fig. 11) afin de vérifier la viabilité de l'huître américaine, avec comme objectif final, l'établissement d'une ostréiculture commerciale.

Les travaux attaquaient de front trois programmes:

a) Des études environnementales portant sur les paramètres physico-chimiques des lagunes; ces études ont débouché sur une évaluation des aires propices à l'élevage;

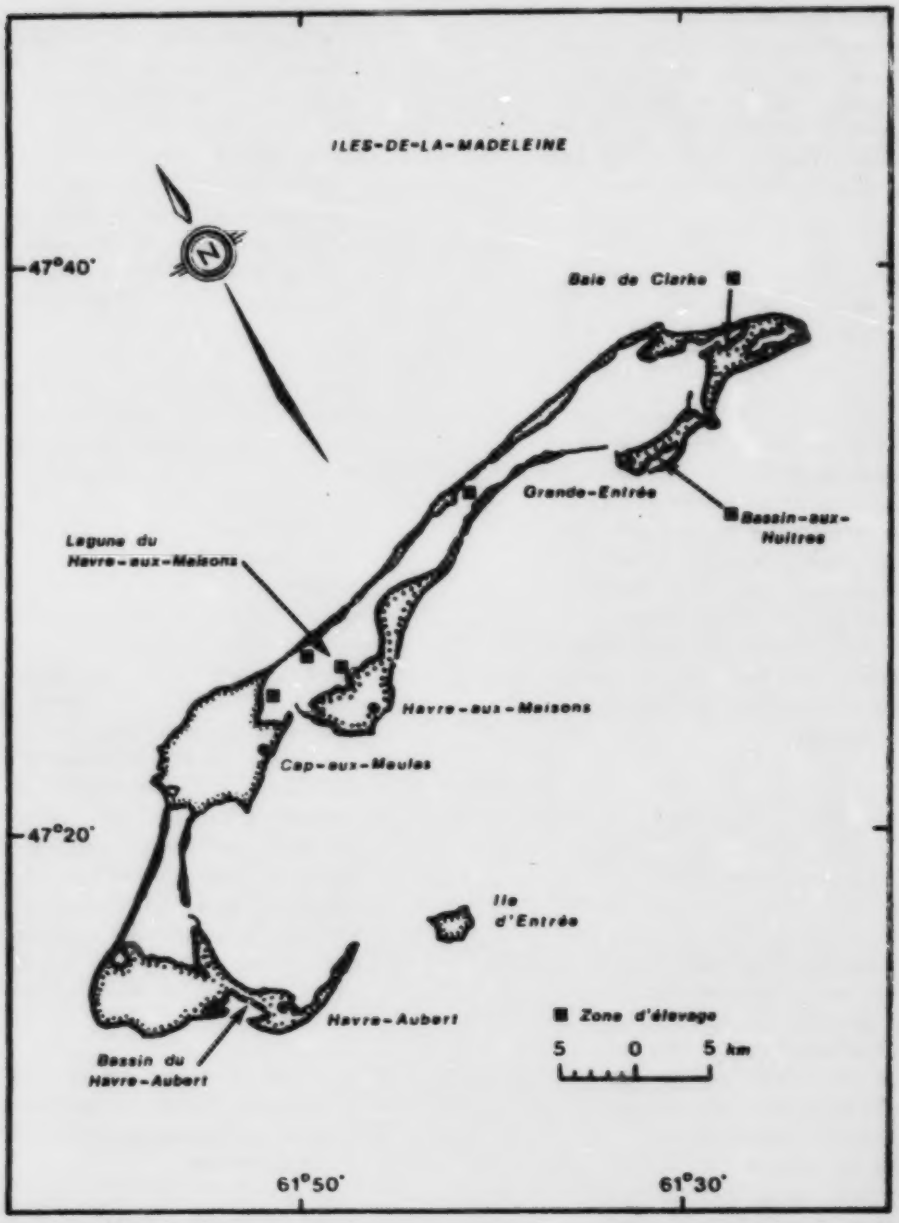


Figure 11. Zones d'élevage de l'huître américaine aux Îles-de-la-Madeleine (tiré de Giguère et Poirier, 1980).

b) Des études sur l'écologie de l'espèce visant à reconnaître les différentes étapes de la reproduction (l'évolution de la gamétogénèse, l'émission des gamètes, leur fécondation ainsi que la période de fixation du naissain), les taux de croissance et de mortalité des huîtres d'élevage ainsi que leur indice de condition;

c) La mise au point et la comparaison de l'efficacité de différentes techniques de culture d'huîtres.

Suite à ces recherches, il apparaît que l'huître américaine peut vivre et se reproduire aux Iles-de-la-Madeleine. La croissance y est comparable à celle qu'on a observée dans les provinces maritimes. La période de croissance de l'huître s'étend de mai à octobre dans les eaux lagunaires. Durant cette période, la croissance est rapide avant la reproduction, ralentit durant cette période, et reprend légèrement par la suite. La température est l'un des principaux facteurs qui régissent la croissance.

"A la lumière de ces faits, il est donc possible d'envisager l'établissement d'une ostréiculture commerciale.

"Dans une première étape, nous croyons qu'il serait bon de coupler à l'élevage de naissain acheté, un programme d'introduction d'huîtres adultes. Le côté nord-ouest de la baie aux Huîtres semble être un bon emplacement pour l'implantation d'une population stable. Après quelques années, selon l'intensité du programme d'introduction d'huîtres, cet endroit pourrait suffire à la reproduction du naissain.

"L'élevage en suspension en cordée est plus favorable à la croissance des huîtres que l'élevage en casier flottant, puisqu'il permet un meilleur accès à la nourriture. Par ailleurs, l'élevage en casier flottant donne de meilleurs résultats que l'élevage sur le fond. L'élevage en casier flottant favorise également le développement d'huîtres plus uniformes que sur le fond. Les huîtres élevées dans des casiers flottants prennent en moyenne de 4 à 5 ans après l'année de fixation pour atteindre 75 mm, dans la baie de Clarke, et probablement de 5 à 7 ans, si elles sont élevées sur le fond.

"L'ensemble des aires propices à l'élevage représente environ 30 acres, dans le Bassin aux Huîtres, et 50 acres, dans la baie de Clarke. Si l'on admet un potentiel de production théorique d'environ 200 casiers/acre/année, on peut estimer le potentiel exploitable du Bassin aux Huîtres à environ 6 000 caisses/année (215 t) et celui de la baie de Clarke, à environ 10 000 caisses (360 t). Toutefois les fonds du Bassin moins sablonneux seraient plus propices à la croissance des huîtres que ceux de la baie de Clarke. Enfin ajoutons que le bassin du Havre Aubert, dont les dimensions et la situation sont comparables à celles de la baie de Clarke et du Bassin aux Huîtres, pourrait également représenter un certain potentiel pour le développement des huîtres.

"Il va de soi que la mise en place d'une industrie ostréicole aux Iles-de-la-Madeleine devrait être accompagnée de:

- une étude de la qualité et de la productivité des eaux, afin de déterminer les zones les plus propices pour l'élevage dans le Bassin aux Huîtres et la baie de Clarke;

- une étude de rentabilité;

- une évaluation de l'impact du tapis de zostères sur la croissance et la récolte des huîtres;

- un contrôle de la croissance, de la qualité et de la reproduction des huîtres;

- la surveillance des prédateurs possibles (crabe, étoile de mer, etc...) et de la mise au point de méthodes d'élimination, s'il y a lieu;

- une étude de la possibilité de reproduction des huîtres dans la baie de Clarke et, peut-être, dans le bassin du Havre Aubert.

"Enfin nous croyons également qu'il serait utile de comparer dans les grandes lagunes le comportement de l'huître américaine à celui d'une espèce (Ostrea edulis) qui se contente d'une température plus basse pour se reproduire et qui exige des conditions de salinité nettement plus marines". (Giguère et Poirier, 1980, p. 40-43)

7.1.3 Essais d'élevage de la moule bleue (Mytilus edulis) dans les lagunes des Iles-de-la-Madeleine

C'est la facilité de culture de la moule en Europe, son fort rendement à l'hectare, et le faible investissement qu'elle nécessite qui incitèrent la Direction générale des pêches maritimes à réaliser une étude pour l'implantation de la conchyliculture au Québec. Les données racueillies lors de cette étude en 1973 ont permis de choisir les Îles-de-la-Madeleine comme l'emplacement le plus favorable pour des essais complets. Depuis lors, des travaux annuels ont permis d'identifier les étapes de la reproduction et de mesurer les taux de croissance, de mortalité et l'indice de condition. Parallèlement, on a fait l'essai de différentes techniques de captage de naissain et de culture de mollusques. Les études environnementales ayant été faites dans le cadre des essais d'élevage de l'huître américaine, Crassostrea virginica, il ne fut pas nécessaire de les répéter. Suite à tous ces travaux, une étude de rentabilité fut faite.

Les résultats de l'étude indiquent que globalement, les caractéristiques lagunaires paraissent favorables à la croissance, la survie et la reproduction de la moule bleue.

"Présente à l'état naturel dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine, la moule bleue s'y reproduit abondamment. L'approvisionnement en jeunes individus pourrait donc être réalisé par la cueillette de lots uniformes de jeunes moules fixées près des gisements naturels. Toutefois, cette opération ne pouvant assurer un approvisionnement stable, il faut se tourner vers le captage de naissain sur des supports artificiels tels le câble en fibre de coco et la lanière en matière plastique. Chaque type de collecteur possédant ses avantages et ses inconvénients, ce sera au mytiliculteur à faire son choix. Cependant, nous préconisons l'utilisation du collecteur en fibre de coco au début de l'implantation de la mytiliculture.

"L'élevage en suspension semble être la technique la plus appropriée aux conditions qui prévalent dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine". (Poirier et Myrand, 1983, p. 44) (Fig. 12)

Malheureusement, on a rencontré après deux années d'élevage un problème de mortalités massives qui avait d'ailleurs déjà été noté ailleurs sur la côte atlantique.

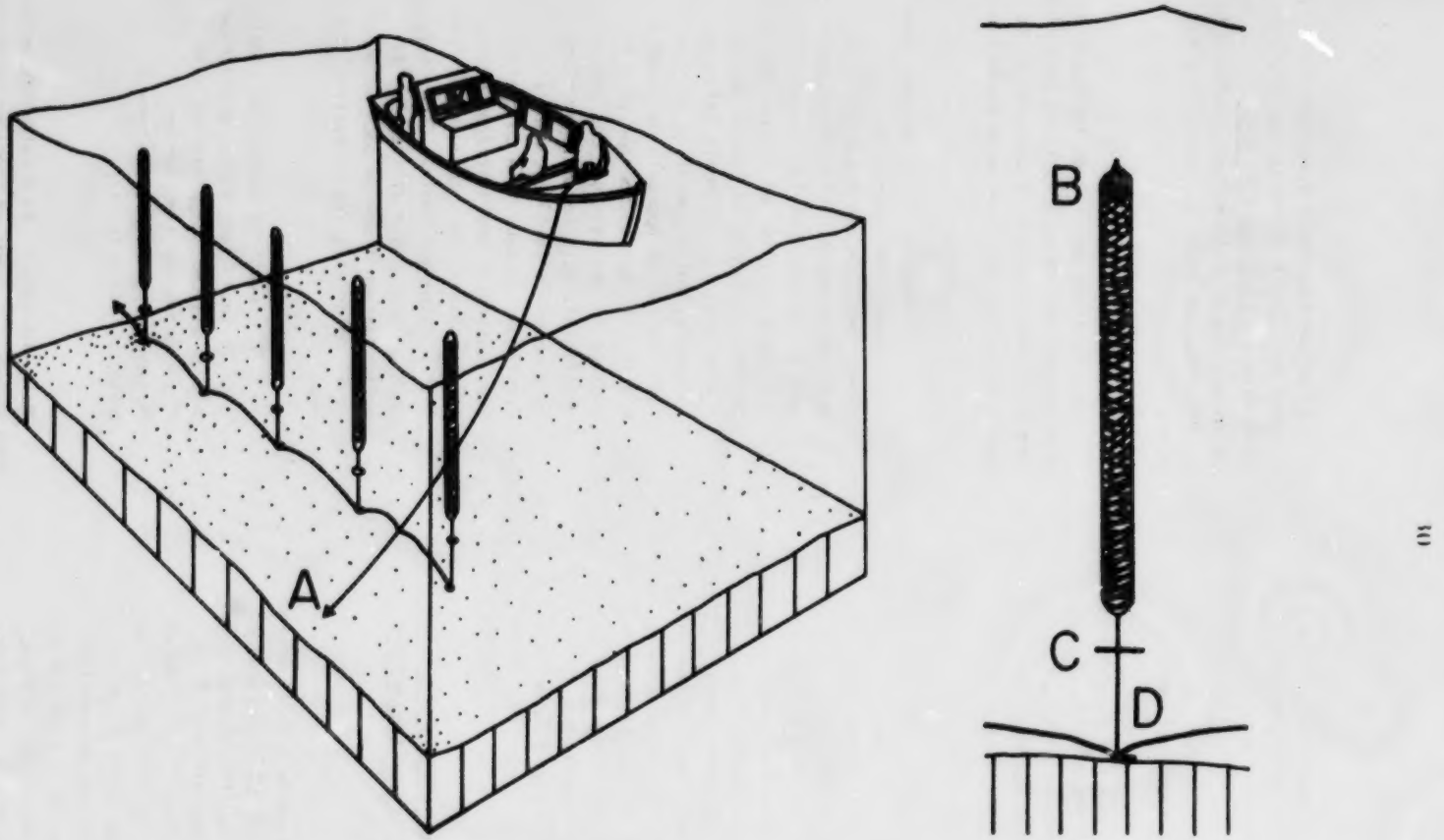


Figure 12. Le mode de suspension des moules: A) Vue générale; B) Flotteur; C) Disque empêchant la montée des prédateurs; D) Lest (tiré de Poirier et al., 1978).

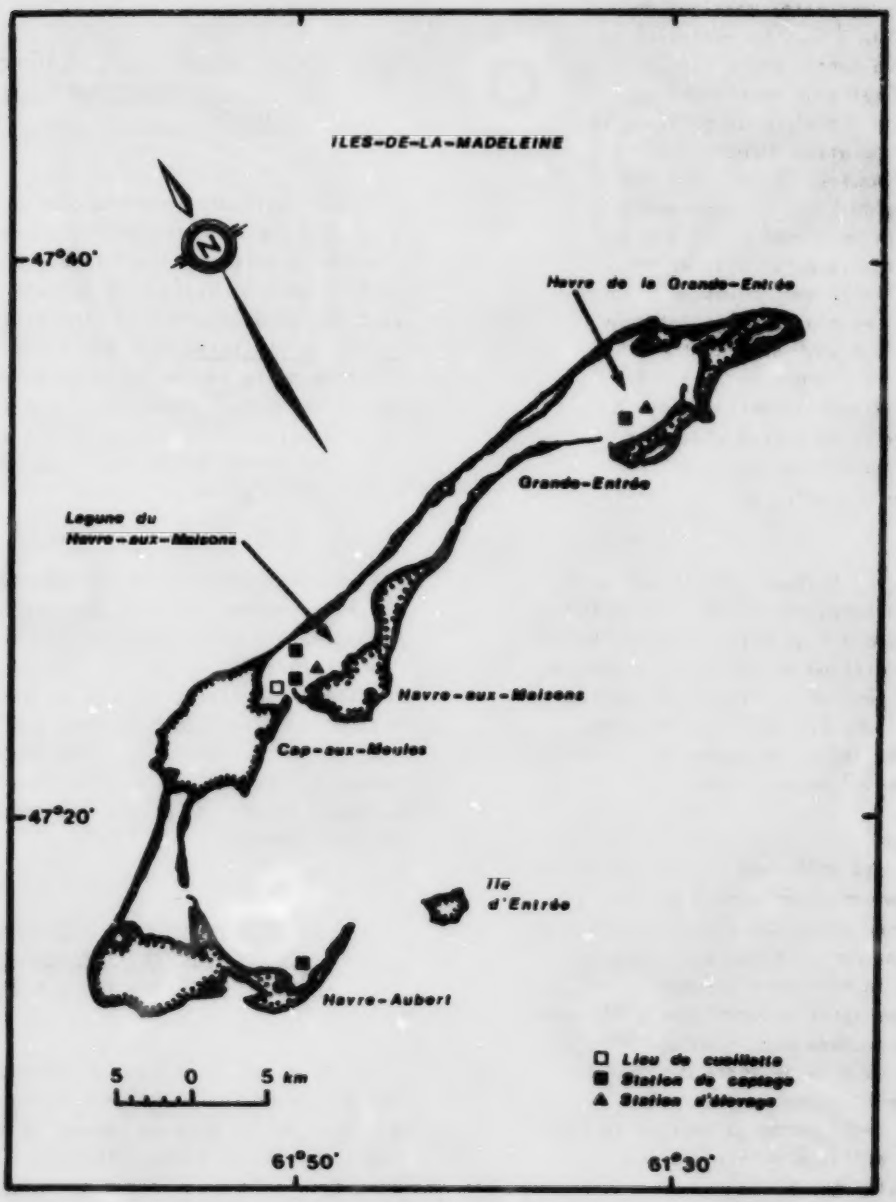


Figure 13. Sites de cueillette, de captage et d'élevage de la moule bleue aux Îles-de-la-Madeleine (complété d'après Giguère et Poirier, 1978).

"Malgré les conditions favorables créées par le mode de culture en suspension, les moules mises en élevage dans la lagune du Havre-aux-Maisons" [Fig. 13] "ont affiché des mortalités estivales massives de 1977 à 1979. [...] La mortalité se manifeste à partir de la fin juillet-début août et s'étend sur une période d'environ un mois. Elle semble en relation directe avec l'âge des moules. Ainsi, les individus âgés de 1 an, et apparemment le naissain de l'année, ne sont pas affectés tandis qu'on observe une perte de 75-85% des moules de 2 ans et plus. Les moules d'âge intermédiaire (1 à 2 ans) affichent une mortalité de l'ordre de 15 à 30%. [...] Un examen parasitologique a montré que la mortalité n'est pas due à une quelconque maladie." (Poirier et Myrand, 1983, p. 45-48)

On ignore les facteurs précis qui sont responsables de cette mortalité. L'hypothèse la plus plausible est qu'elle soit induite par un changement critique de la ration alimentaire pendant une période de stress métabolique dû à la température élevée. Par prudence, on est contraint à limiter la durée des opérations mytilicoles à moins de deux ans.

Après 14 mois d'élevage, la taille moyenne est généralement supérieure à 40 mm. On peut même espérer atteindre une taille moyenne de plus de 50 mm par un choix judicieux des sites et/ou de la méthode d'élevage. Les moules produites après ce court cycle d'élevage sont bien acceptées par le consommateur. La comparaison du prix de vente des moules d'élevage et de l'estimation des coûts de production (en 1982) permet d'espérer la rentabilité d'une activité mytilicole aux Iles-de-la-Madeleine.

Malheureusement, aussi longtemps que les causes exactes de la forte mortalité ne seront pas connues, il restera un certain risque à entreprendre la mytiliculture aux Iles-de-la-Madeleine. Il faut donc continuer la recherche tout en tentant d'intéresser des producteurs à se lancer dans cette activité nouvelle au Québec (Poirier et Myrand, 1983).

7.1.4 Essais de captage et d'élevage de la mactre de l'Atlantique (Spisula solidissima) aux Iles-de-la-Madeleine

Il s'agit d'un petit projet qui a été abandonné rapidement pour faire place à d'autres priorités. En 1979-80, on a fait de brefs essais de captage de naissain et d'élevage de jeunes mactres de l'Atlantique, Spisula solidissima, sur les fonds sableux à l'entrée de la lagune du Havre-aux-Maisons. La mactre ne fait apparemment pas l'objet de culture ailleurs, bien que sa croissance rapide et son marché ferme, bien que restreint, la rendent intéressante.

Comme il n'existe pas de capteur spécifique à la mactre, on a utilisé des capteurs à pétoncle, qui n'ont donné aucun résultat. Pour l'élevage, on a voulu d'abord mesurer la croissance en milieu naturel en plaçant des mactres en filets couchés dans des tranchées. A la saison suivante, il a été impossible de retrouver ces individus, présumément à cause du mouvement du sable lors des tempêtes et du jeu des glaces.

7.1.5 Essais d'élevage du pétoncle géant (Placopecten magellanicus) sur la Côte-Nord et dans la Baie de Gaspé

Des essais d'élevage du pétoncle géant ont débuté en juin 1980 dans la Baie de Gaspé, à Mingan sur la Moyenne Côte-Nord et à la Tabatière sur la Basse Côte-Nord. On a placé dans des paniers suspendus du naissain représentant quelque 6 000 individus provenant de capteurs installés par le ministère des Pêches et des Océans dans la Baie de Placentia à Terre-Neuve.

Les deux sites choisis en Gaspésie, Sandy Beach et Penouille, n'ont produit aucun résultat et ont été abandonnés (Lucien Poirier, comm. pers.). A Sandy Beach, l'ensemble des pétoncles présentait une mortalité totale après deux mois et demi. On attribue hypothétiquement l'échec à la récurrence de masses d'eau saumâtre et à l'influence des égouts municipaux. A Penouille, des actes de vandalisme auraient décimé l'élevage.

A Mingan, après deux mois et demi d'élevage, la mortalité atteignait 82% et on observait une croissance de seulement 1,7 mm. Les essais ont été arrêtés en 1980, de forts courants de surface et des eaux relativement froides rendant le site inadéquat. Par contre, sur la Basse Côte-Nord, le relief côtier composé de baies abritées s'est avéré plus prometteur. A La Tabatière, on a fait l'examen plus approfondi du taux de croissance du pétoncle en élevage et du potentiel local pour l'approvisionnement en naissain.

Après un an d'élevage, la croissance atteignait celle obtenue à Terre-Neuve, où des travaux similaires sont en cours depuis près d'une décennie (Naidu et al., 1979). Par contre, la croissance de 1981 à 1983 fut plus faible, présumément sous l'effet de conditions expérimentales défavorables. La présence de glaces tard au printemps et l'éloignement des sites réduisent la période utile pour les soins à l'élevage et l'entretien des installations. En effet, les paniers portant les pétoncles doivent être descendus sur le fond en hiver pour éviter l'emprise des glaces. Or, ils ne pouvaient être remis en suspension dans la colonne d'eau qu'à partir de la mi-juin, et être immergés de nouveau sur le fond dès la mi-août. Quant au captage de naissain, on a dénombré en septembre 1983, sur 32 capteurs, 1 045 juvéniles de 7 mm.

La recherche future dépendra d'études entreprises en 1984 sur les caractéristiques particulières de la biologie du pétoncle dans la région. (Maurice Gaudet, comm. pers.).

7.1.6 Essais d'élevage de la moule bleue, (Mytilus edulis) à Carleton, comté de Bonaventure

Suite aux mortalités massives enregistrées avec les moules d'élevage de deux ans aux Iles-de-la-Madeleine, il était impératif de trouver de nouveaux sites pour la culture de la moule. Les travaux ont commencé au printemps de 1982 par des études physico-chimiques et par l'identification d'une zone propice. C'est Carleton qui fut retenu comme site d'essai. L'eau y étant plus froide que celle des Iles-de-la-Madeleine et la productivité primaire plus grande, il sera possible d'y vérifier l'hypothèse de mortalité.

A l'été 1982, des capteurs à naissain ont été mis à l'eau, et à l'automne, les moules captées furent mises sur boudins pour l'hiver.

Les plans pour 1983 sont de suivre les étapes de la reproduction et de capter du naissain. On procédera également à des tests visant à déterminer s'il y a présence ou non de Protogonyaulax, agent causant une intoxication des moules mises en élevage en 1982 (Bruno Myrand, comm. pers.).

7.1.7 Mise au point d'une diète pour l'engraissement du homard (Homarus americanus) à la Station aquicole de la Pointe, Pointe-au-Père

On a débuté à l'automne 1983 des travaux pour établir une diète pouvant optimiser l'engraissement des homards d'élevage (Bruno Myrand, comm. pers.). Les premiers essais ont été interrompus par des mortalités importantes dues à la gaffkémie (maladie bactérienne du homard). On a tout de même pu constater que la nourriture commerciale utilisée était inappropriée. Les essais doivent reprendre plus tard.

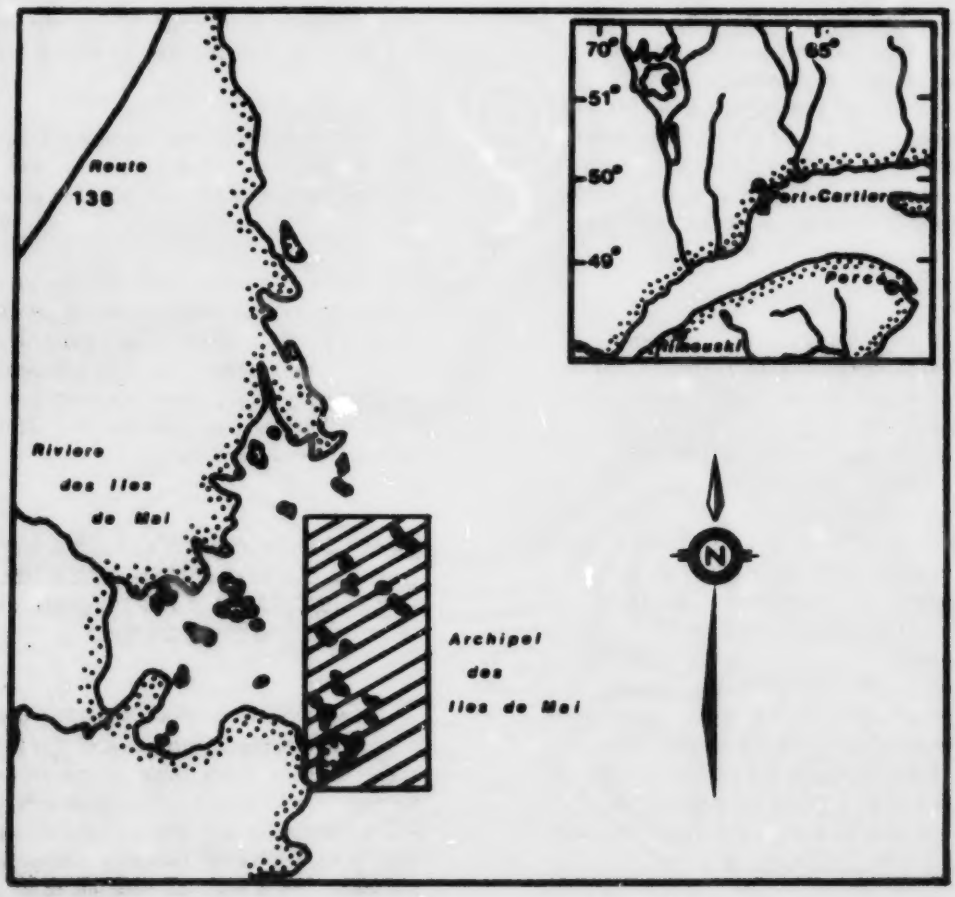


Figure 14. Localisation des Îles-de-Mai, Port-Cartier.

7.2 Aqui-Cartier Inc.

Aqui-Cartier Inc., firme de Port-Cartier, poursuit depuis 1982 une série de travaux visant à l'instauration d'une entreprise commerciale où des moules bleues, Mytilus edulis, et des moules géantes, Modiolus modiolus, seraient produites par culture en suspension.

. Le site des travaux, situé près des Îles-de-Mai (Fig. 14) a été retenu parce qu'il est à proximité de Port-Cartier, à l'abri des vents et des sources de pollution et qu'il supporte d'abondants gisements naturels de moules bleues.

Description des installations: Les radeaux d'élevage ont 1,52 m de côté et sont fabriqués de bois traité afin de résister à l'attaque des organismes marins. Chaque radeau est muni d'un baril de plastique d'une capacité de 205 litres (6 pi^3) comportant un système pneumatique de remplissage et de purge d'eau de mer. L'ensemble est relié à la surface par une ligne d'air amarrée à une bouée de repérage qui retient la valve d'entrée d'air conduisant à l'intérieur du baril. En faisant varier les volumes respectifs d'eau et d'air dans le baril, on modifie la flottabilité du radeau. Ce système de remontée et de descente permet d'ajuster l'immersion des radeaux pour éviter l'emprise des glaces durant l'hiver et l'effet des grandes marées. A ces radeaux sont attachés un nombre variable de boudins d'une longueur de deux mètres. Les boudins ont un diamètre approximatif de 5 cm.

Des mini-radeaux d'élevage, appelés aussi radeau-tests, sont utilisés pour les travaux. Ces derniers serviront à déterminer la vitesse de croissance des organismes. Chacun des mini-radeaux possède 5 boudins dont la longueur varie de 1 à 5 cm.

Les radeaux de captage à naissain sont construits comme les radeaux d'élevage; mais les boudins sont remplacés par des cordes en fibre de noix de coco. Les cordes de captage sont en nombre et longueur variables.

Ces trois types de radeaux sont ancrés au fond.

7.2.1 Essais d'élevage de la moule bleue (Mytilus edulis)

Les moules ont été prélevées sur les gisements naturels des Iles-de-Mai. Chacun des individus a été mesuré et placé dans le boudin qui fut à son tour pesé avant d'être mis à l'eau. Les moules avaient une taille moyenne de 1,5 cm. Du 27 juin au 6 août 1982, deux radeaux d'élevage et deux radeau-tests furent mis à l'eau. Les moules mises en élevage le 27 juin avaient, au 6 septembre, grandi de 1,0 à 1,5 cm.

Entre le 18 juin et le 24 juillet 1982, quatre radeaux de captage ont été mis à l'eau, à proximité des gisements naturels. Le 7 septembre, du jeune naissain a été observé sur les cordes de captage. La taille moyenne de ces moules était d'environ 0,5 à 2 mm.

Contrairement à ce qui était prévu, les radeaux n'ont pas été immergés pour l'hiver et ils ont subi de lourds dégâts.

Suite aux pertes encourues, les objectifs sont restés les mêmes, mais la méthodologie a été légèrement modifiée. On a décidé de remettre à plus tard les essais avec les grands radeaux d'élevage et on considère comme prioritaire de déterminer le taux de croissance des moules.

7.2.2 Essais d'élevage de la moule géante (Modiolus modiolus)

Ce projet est divisé en deux sous-projets, l'un de captage de naissain et

l'autre d'élevage comme tel.

Deux radeaux de captage ont été utilisés, l'un composé de 35 cordes de 2,5 m de long et l'autre de 40 cordes de 2,5 m. Ils ont été mis à l'eau les 8 et 9 juillet 1982 au nord de l'île Niapisca, îles de Mingan, dans la région de Havre St-Pierre. Malheureusement, aucun naissain ne s'est fixé sur ces installations.

Les moules géantes nécessaires aux essais d'élevage ont été prélevées sur des gisements naturels de l'archipel de Mingan. La majorité proviennent d'un fond situé au sud de l'île Quarry; quelques spécimens ont également été récoltés à l'île-à-Marteau. Le nombre d'individus récoltés se chiffrait approximativement à 300.

Pendant les 2 à 3 jours qu'a duré cet échantillonnage, les moules géantes recueillies étaient conservées dans des bassins alimentés en eau de mer. Le 9 juillet, elles ont été placées dans des contenants avec de la glace puis amenées jusqu'au site d'élevage des îles-de-Mai où elles ont été mises en boudins et immergées par 7 ou 8 mètres d'eau, où la température est égale à celle des gisements d'origine. Les 10 boudins ainsi obtenus mesuraient près de 2 m chacun et étaient suspendus à des radeaux identiques à ceux utilisés pour l'élevage des moules bleues.

Comme pour les radeaux d'élevage des moules, ces radeaux ont subi de lourds dégâts; les cordes retenant les boudins ont rompu et les boudins ont disparu. On ne prévoit pas de suite à cette expérience pour l'année 1983 (Claudy Deschênes, comm. pers.).

Remarque: Un protocole d'échantillonnage fut mis sur pied avec le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le but de déterminer s'il y avait toxicité des mollusques provenant des radeaux d'élevage. L'échantillonnage du 29 août 1982 indique que le taux de toxicité causée par Protogonyaulax tamarensis dépassait les normes admises (Deschênes, 1982b).

7.3 Les laboratoires pélagiques inc.

7.3.1 Étude de la croissance du pétoncle géant (Placopecten magellanicus)

Grâce à une subvention du Conseil national de la recherche, la firme conseil "Les laboratoires pélagiques inc." de Port-Daniel a pu confier à M. John Bonardelli la réalisation d'essais d'élevage du pétoncle géant dans la Baie-des-Chaleurs (Claude Mercure,, comm. pers.). Le principal objectif poursuivi était de déterminer la faisabilité du captage et de l'élevage du naissain du pétoncle géant, Placopecten magellanicus. Secondairement, on espérait pouvoir identifier les meilleurs sites pour l'approvisionnement en naissain et l'élevage, et établir une source d'approvisionnement en naissain pour les laboratoires de recherche et pour le repeuplement des bancs naturels (Bonardelli, 1984).

Les travaux ont débuté à l'été 1983. Echelonnée sur six mois, l'étude incluait des prélèvements sur des populations indigènes pour évaluer la condition des adultes, ainsi que des essais de captage et d'élevage. Pour ces fins, on devait utiliser des techniques japonaises (v. Figs 15 et 16). Suite à une évaluation préliminaire des courants, des bancs naturels et de l'accessibilité, trois sites ont été choisis près de Port-Daniel, Hopetown et Bonaventure.

On a monté des installations flottant entre deux eaux pour maintenir des collecteurs à naissain et des paniers d'élevage devant permettre de suivre la fixation, la croissance et la mortalité des pré-recrues. L'ensemble était maintenu à plusieurs mètres sous la surface par une tension suffisante entre deux points fixes au fond et des flotteurs répartis régulièrement en fonction de la charge. Ce

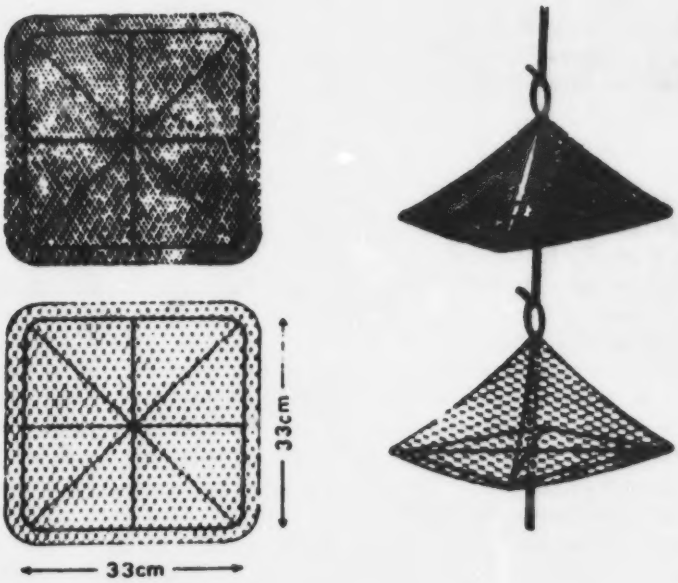


Figure 15. Schéma des paniers japonais utilisés pour l'élevage du pétoncle (tiré de Kafuku et Ikenoue, 1983).

Figure 16. Schéma des capteurs à naissain de pétoncles (tiré de Kafuku et Ikenoue, 1983).

dispositif permet d'éviter les contraintes dues à la navigation, aux vagues, aux glaces et à l'encrassement par les épibionthes dans la zone photique.

On a rencontré beaucoup de difficultés dues principalement à l'entremêlement des cordages retenant les installations. Les modifications apportées en cours de saison ont été efficaces. Les premiers résultats ont permis de préciser la période de frai la plus intensive, et certains effets des dispositifs sur la mortalité et la croissance. Lors de la formation des glaces à la fin de novembre, le site de Port-Daniel indiquait un captage de 600 individus par collecteur. Les installations de Hopetown et de Port-Daniel ont passé l'hiver à 10 mètres sous la surface, par 22 mètres d'eau (Bonardelli, 1984).

L'ensemble des résultats doivent paraître dans un rapport au cours de l'année 1984 (Claude Mercure, comm. pers.).

7.4 L'Institut national de la recherche scientifique (INRS-Océanologie)

Grâce au laboratoire humide situé à Pointe-au-Père, des chercheurs de l'INRS-Océanologie ont mené depuis 1977 divers travaux pertinents à l'aquaculture. En 1982, un nouveau programme de recherche intitulé Sciences halieutiques a été créé à l'INRS. Ce programme ne comporte présentement qu'un volet aquaculture, et le laboratoire humide y a été consacré, après avoir été rebaptisé Station aquicole de la Pointe. Depuis 1977, trois projets de recherche y ont été réalisés. Il s'agit d'un élevage de zooplancton, de cultures de phytoplancton et d'un élevage de l'omble de fontaine.

7.4.1 Élevage de zooplancton

Le but de ce travail est de produire du zooplancton et de permettre ainsi aux chercheurs de s'en procurer sur une base annuelle. Eventuellement, les techniques mises au point pourraient bénéficier à l'aquaculture, en fournissant une nourriture vivante pour d'autres espèces en élevage.

Les travaux ont été faits avec le copépode Eurytemora herdmani, choisi parce qu'il était assez robuste pour être mis en culture sur une période prolongée. Recueillis lors d'une pêche, les animaux ont été séparés avec des tamis de différents maillages et/ou selon leur phototropisme. Des femelles ainsi sélectionnées ont pondu et les cultures ont débuté avec les naupili obtenus.

D'autres espèces sporadiquement présentes dans les pêches ont été l'objet d'observations complémentaires. Entre autres, le copépode Tigriopus sp. s'est montré des plus résistants aux conditions d'élevage. D'un taux de développement rapide et se reproduisant sans problème, il s'est même installé dans le système de distribution d'eau du laboratoire, obligeant à filtrer l'eau à 10 µm afin d'éviter la contamination d'autres cultures monospécifiques.

Il s'agissait d'un élevage en circuit ouvert; l'eau était pompée directement du milieu et rejetée après avoir passé dans les bacs d'élevage. Afin de s'assurer d'obtenir des cultures pures, il était nécessaire d'effectuer une filtration très fine:

a) une filtration primaire à 50 µm, sur filtres à sable;

b) une filtration secondaire à 10 µm, système à cartouches (housing AP100, cartridge AP124 de marque AMF);

c) une filtration tertiaire à 0,2 µm (mini-capsule product #12122 de marque Gelman).

Les bassins de culture étaient placés dans un bac réfrigérant dont l'eau était en circulation. Afin d'empêcher toute forme de toxicité ou de réchauffement de l'eau de culture, il y avait un taux de renouvellement de l'eau au moins une fois toutes les six heures.

Les copépodes étaient nourris avec un mélange à part égale de deux espèces de phytoplancton produit en culture: Dunaliella sp. et Criscosphera sp.

Le système ouvert devait permettre d'observer le développement des animaux dans des conditions proches de leur milieu naturel. Ce but ne put être atteint, puisqu'il fut obligatoire de filtrer l'eau à l'entrée afin de limiter l'apport d'éléments terrigènes ainsi que la présence d'espèces indésirables dans les bacs de culture. Ces problèmes auraient été éliminés en grande partie en localisant la prise d'eau plus au large.

Plusieurs difficultés se sont présentées pour l'obtention de générations successives; il y a eu une forte mortalité des premiers stades naupli.

La nutrition s'avéra déficiente. Les besoins des animaux requéraient la présence constante d'algues à une concentration d'environ 5 X 10^4 cell./ml, et cette concentration ne leur était fournie que sporadiquement.

Une alimentation suffisante, combinée à un meilleur traitement de l'eau destinée à la reproduction permettrait d'établir une population stable et continue.

Le développement de la culture zooplanctonique laisse entrevoir des avenues intéressantes autant pour la production de la biomasse que pour la compréhension des phénomènes écophysiologiques au niveau de ce maillon important de la chaîne alimentaire (Bernier, 1981).

7.4.2 Des cultures de phytoplancton

L'idée directrice des travaux menés par M. Pierre Marsot était de mettre au point un nouveau système de culture de phytoplancton. A la fin des travaux de 1981, un système original de culture à dialyse pour organismes photosynthétiques avait été développé.

Le montage du système de culture à dialyse est schématisé sur la figure 17.

"L'appareil est constitué de deux principaux éléments: la chambre de croissance des algues et les unités dialysantes. L'enceinte de croissance, d'une capacité de 10 l est faite de Plexiglass et possède une forme cylindrique (19,5 cm de diamètre sur 44 cm de hauteur). Elle est logée dans un plus grand bassin d'eau thermostatée (12 ± 0,5°C), contrôlée par une unité réfrigérante (non indiquée sur la figure). La chambre de croissance est en communication avec une ou plusieurs unités dialysantes grâce à des tubes de transfert (inférieur et supérieur) traversant le bassin thermostaté. Un tuyau d'arrivée d'air ou d'un mélange air/CO_2 est greffé au tube de transfert inférieur. L'enceinte est dotée également d'une sortie de gaz munie d'une trappe à bactéries (filtre à disque 0,2 µm de Gelman), d'un bouchon d'ensemencement en caoutchouc et de tubulures pour le prélèvement et la vidange.

"L'unité dialysante utilisée au cours de ces expériences, était l'hémodialyseur, modèle Disscap [...]. De légères modifications ont été apportées à l'hémodialyseur: la cartouche a été obscurcie de manière à empêcher toute croissance des algues sur les fibres et le colmatage des espaces interfibrillaires, et

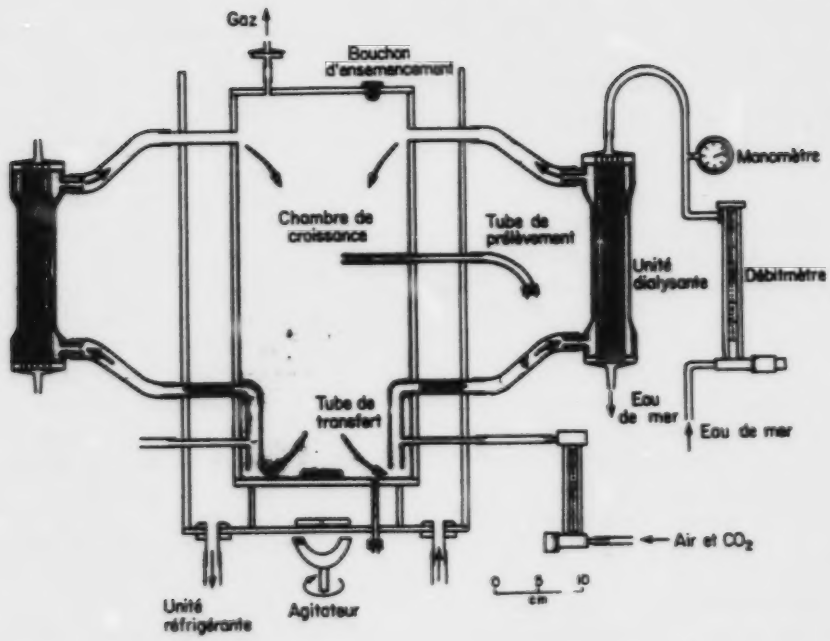


Figure 17. Montage d'un appareil de culture à dialyse basé sur l'emploi d'unités isolées de fibres creuses dialysantes (hémodialyseur; tiré de Marsot et al., 1981).

l'ouverture d'évacuation de l'eau de mer a été réduite à 1,5 mm afin d'exercer une pression satisfaisante dans les fibres. La cartouche est remplacée régulièrement (tous les 4 à 8 jours, selon le degré de contamination de l'eau) afin d'éviter la biodégradation des fibres et la contamination de la culture. Il devient alors possible de produire une biomasse très dense de phytoplancton, sur une grande échelle, simplement par l'ajout d'unités dialysantes." (Marsot et al., 1981, p. 906)

Durant ces expériences, diverses algues unicellulaires ont été cultivées avec succès par ce procédé, dont Phaeodactylum tricornutum, Dunaliella tertiolecta (Chlorophycees) et Pavlova (Monochrysis) lutheri (Chrysophycees).

"Leur milieu de croissance, de l'eau de mer naturelle en circulation constante, était prélevée à 5 m de profondeur et filtrée sur cartouches de filtre Gelman jusqu'à 1 µm. Lors d'une expérience, l'eau de mer a été enrichie (milieu F/2) et maintenue dans un bassin nourricier de 100 l, en circuit fermé". (Marsot et al., 1981, p. 906)

"Considérant les nombreux avantages de cette méthode sur les autres procédés, celle-ci trouvera sûrement de nombreuses applications dans le secteur de la culture microbienne:

1) En aquaculture, pour la culture d'algues unicellulaires comme aliment de base pour les larves herbivores de mollusques ou de crustacés en élevage à partir d'eau naturelle ou enrichie par des déchets métaboliques humains (eau usée) et d'animaux de ferme (purin, etc.);

2) Pour la recherche fondamentale sur la physiologie ou l'écophysiologie du phytoplancton;

3) Enfin, elle sera applicable comme on le croit, à la culture de bactéries visant la production de protéines brutes ou à la synthèse de produits pharmaceutiques tels que les antibiotiques, vitamines, insuline humaine." (Marsot, 1982)

Deux expériences viennent confirmer les applications possibles de cette technique de culture d'algues.

L'une, réalisée en 1982 conjointement avec l'Institut Armand-Frappier à Laval, l'INRS-Océanologie à Rimouski et l'INRS-Santé à Montréal, a permis de mettre en évidence diverses activités antibiotiques chez deux espèces de phytoplancton marin cultivé en dialyse.

"Le rendement élevé du système de culture à dialyse utilisé a permis de déceler dans les extraits aqueux, un composant inhibiteur envers les bactéries gram-négatives et d'établir une relation entre la phase de croissance de l'algue et la production des activités antibactériennes. De plus, nos résultats viennent appuyer les observations précédentes à l'effet que les Bacillariophycées produisent des substances lipophiliques inhibant la croissance de bactéries terrestres gram-positives et de bactéries marines. Egalement, envers les staphylocoques, Skeletonema costatum s'est avérée plus efficace que l'algue Phaeodactylum tricornutum". (Cooper et al., 1983)

La deuxième expérience mettant en application cette technique de culture d'algues a

été menée en 1982. Bien que les résultats ne soient pas encore disponibles officiellement, on peut dire qu'il a été possible de produire une culture d'algues unicellulaires à partir d'eau naturelle enrichie par des déchets métaboliques d'animaux de ferme (purin; Marsot, comm. pers.).

7.4.3 Élevage de l'omble de fontaine (Salvelinus fontinalis)

Les services professionnels de M. Michel Besner ont été retenus par l'INRS-Océanologie depuis la fin février 1983 pour mettre au point un programme de recherche en aquaculture. Ce programme est actuellement en voie de définition avec des objectifs à court, moyen et long termes.

"Trois aspects principaux de l'élevage de l'omble de fontaine sont couverts par ce projet de recherche d'une durée de trois ans. En premier lieu, on vérifiera la possibilité d'adapter à court terme cette espèce à l'eau de mer. En second, on étudiera la possibilité de l'y élever et on déterminera les avantages et inconvénients d'un tel élevage. Finalement on évaluera le potentiel de la côte québécoise pour y faire de l'aquaculture marine.

"a) L'adaptabilité de l'espèce: Puisque l'adaptabilité de l'omble de fontaine d'élevage varie en fonction de sa maturité sexuelle et possiblement selon les saisons, il est nécessaire d'effectuer des expériences de transfert à toutes les périodes de l'année. En effet dans l'optique d'un transfert technologique à l'industrie privée où la production serait programmée de manière à fournir un produit s'étalant sur toute l'année, on ne peut se permettre de faire des expériences de transfert à une période seulement de l'année.

"L'approche expérimentale sera la suivante:

- 2 types d'introduction: directe, graduelle;
- mesure du rapport gonadosomatique pour connaître l'état de maturité sexuelle des ombles;
- mesure de la concentration osmotique sanguine en sodium pour vérifier l'adaptation physiologique des individus. On mesurera également la performance natatoire afin de voir s'il y a corrélation avec l'adaptation physiologique;
- détermination du taux de survie;
- évaluation du changement de livrée par observation visuelle des modifications de coloration.

"Les ombles utilisées pour ces expériences seront de tailles commerciales. Les conditions de température, salinité et oxygénation seront suivies de manière continue.

"b) Élevage en milieu marin: Deux types d'élevage seront entrepris: l'un en bassins intérieurs et l'autre en parc flottant. En un premier temps, l'élevage se fera uniquement en milieu marin afin d'évaluer les problèmes reliés à ce milieu.

En un second, on effectuera un élevage en eau douce simultanément à un autre en milieu marin. On pourra alors apprécier s'il y a avantage à utiliser le milieu

marin. Ces élevages se feront sur des ombles de 150 g et plus car il s'agira ici d'un élevage de finition du produit pour fins de consommation. Les mêmes paramètres que ceux examinés dans les expériences d'acclimatation seront considérés en plus de ceux reliés à la croissance: taux de croissance, indice de condition, taux de transformation...

"c) Évaluation du potentiel côtier pour l'aquaculture: Il s'agira en un premier temps de définir les critères permettant d'évaluer quels sont les sites de la côte québécoise les plus susceptibles de servir à l'aquaculture marine. Entreront dans ces critères:

- caractéristiques morphologiques: degré de protection contre les vents, vagues et glaces;

- caractéristiques physiques: type de fond, température, salinité, courants, oxygénation, turbidité;

- caractéristiques biologiques: productivité des eaux, présence de prédateurs, parasites, algues toxiques, bactéries...;

- caractéristiques sociologiques: présence d'industries polluantes, et égoûts, proximité d'usines de transformation et de grands centres, marchés éventuels et présence de pisciculteurs.

"En un deuxième temps, on accumulera toute l'information disponible quant à ces critères et on s'en servira pour identifier des sites. [...] Finalement on fera des études sur place de ces sites et on en déterminera le potentiel." (Besner, 1983)

7.5 Le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (M.L.C.P.)

Actuellement le M.L.C.P. gère trois pisciculture à saumon (Salmo salar). Celles de Tadoussac et de Gaspé sont en opération depuis 1875 et celle d'Anse Pleureuse depuis 1973. Le M.L.C.P. s'occupe surtout de la gestion de la faune et n'effectue que peu de recherche en pisciculture. Il subventionne cependant certains projets d'organismes parapublics ou privés, comme ceux réalisés à la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal. Ainsi le M.L.C.P. supporte des recherches sur la mise au point de vaccins (furonculose, vibriose, nécrose infectieuse du pancréas), sur les facteurs de croissance et sur les immunostimulants (INRS-Océanologie, 1983).

Présentement le M.L.C.P. est le seul chez nous à posséder l'expertise et les installations nécessaires à la production des saumoneaux qui sont le produit de départ pour les élevages et les ensemencements. Les saumons géniteurs sont capturés en milieu naturel, induits à frayer puis relâchés dans les jours qui suivent. En bassin, on fait éclore les oeufs et on élève les larves jusqu'à la taille appropriée pour la mise à l'eau. Ultimement, la rentabilité des opérations dépend du taux de retour des adultes. Dans le passé, ce taux a été faible et les prix de revient par conséquent élevés. On cherche donc d'une part à favoriser le taux de retour par un choix de géniteurs indigènes à la rivière à ensemencer, et par des efforts d'éradication des maladies qui déciment les saumoneaux en élevage et en milieu naturel. D'autre part, on essaie des techniques aptes à favoriser la croissance des saumons en élevage. Les brèves descriptions qui suivent font le tour des divers projets réalisés au M.L.C.P.

7.5.1 Élevage en étang d'eau saumâtre

"Lors d'essais à la pisciculture de Tadoussac, essais qui avaient uniquement pour but d'essayer d'augmenter à cette station la capacité de production par l'utilisation de l'étang d'eau saumâtre, des saumons ont atteint des poids de 1 kilogramme en trois ans. Ce poids d'un kilogramme après trois ans d'élevage peut sembler de prime abord insuffisant pour le "sea-farming", mais il est à signaler que l'expérimentation n'a pas été faite en vue d'un élevage intensif. Conséquemment, les conditions d'expérimentation étaient, dans ce cas, loin d'être optimales." (Turgeon, 1982, p. 26)

7.5.2 Transfert en eau douce durant la période hivernale

Avec les conditions climatiques qui prévalent au Québec, il faut expérimenter et développer diverses techniques permettant de pallier la basse température de l'eau. En effet, avant de geler, l'eau de mer atteint des températures léthales pour les saumons. Une solution intéressante pourrait être le transfert des poissons en eau douce avec circulation (bassins, étangs ou lacs) durant la période hivernale.

"Des recherches ont démontré que le saumon de l'Atlantique a une tendance à croître plus rapidement en eau salée au printemps et à l'été, tandis que cette croissance serait plus accentuée en eau douce durant l'automne et l'hiver. Ces recherches portent à croire qu'un passage du saumon d'un milieu d'eau salée à un milieu d'eau douce durant sa phase naturellement marine, n'affecterait pas négativement sa croissance. Des essais fructueux ont été réalisés en ce sens à la pisciculture de Tadoussac." (Turgeon, 1982, p. 21)

7.5.3 Bassin de détention de saumons de l'Atlantique

Vers 1960, le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (alors le ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche) a construit à Maria, comté de Bonaventure, un bassin de détention. De juin à octobre, on y emmagasinait des saumons géniteurs capturés dans la Baie-des-Chaleurs; puis lors de la saison de la ponte, on les faisait frayer artificiellement et les oeufs étaient récupérés. Les saumons étaient par la suite remis en liberté.

Le renouvellement de l'eau du bassin était assuré par le jeu des marées et par un apport d'eau douce provenant de la rivière adjacente. Des grillages bloquaient la sortie. En 1982, des modifications furent apportées à l'étang et, depuis lors, il n'a plus vraiment bien fonctionné. En particulier, on a subi des pertes énormes dues à la maladie (principalement la vibriose, une infection bactérienne) associée présumément au stress des grandes marées et de températures trop élevées.

De 1978 à 1981, des essais ont eu lieu avec des tacons afin d'en évaluer la croissance; mais les installations n'étaient pas adéquates puisque le taux d'évasion était d'au moins 30%. L'étang a été abandonné en 1982 (Conservation de la faune, Maria, comm. pers.).

7.5.4 Repeuplement

Le M.L.C.P. ensemençait en 1983 quelque 200 000 saumoneaux de deux ans dans les rivières de la Gaspésie. On ensemençait aussi les rivières de la Côte-Nord avec des centaines de milliers d'alevins et des dizaines de milliers de tacons.

Au cours des dernières années, ce Ministère a commencé à réorienter la production de saumoneaux en utilisant les connaissances nouvelles pour élever des poissons d'une meilleure qualité, plus vigoureux et, si possible, dont les parents originent des rivières spécifiques que l'on désire ensemencer.

C'est dans cette perspective que l'on a construit sur la rivière St-Jean en Gaspésie une barrière qui permet de compter tous les saumons qui entrent et qui sortent de la rivière. Cette rivière deviendra un laboratoire pour vérifier quels sont les groupes de saumons qui donnent les meilleurs retours à l'état adulte. On pourra par la suite appliquer les résultats de ces travaux aux ensemencements réguliers et espérer de meilleurs succès.

7.5.5 Sea-ranching

Cette technique d'optimisation de la production naturelle par un apport venant d'élevages piscicoles semble de prime abord une technique très intéressante. La réussite ou la rentabilité de cette technique est basée sur les éléments suivants:

a) Approvisionnement abondant en saumoneaux: L'élevage intensif de saumoneaux est une technique éprouvée au Québec et, après le développement d'installations adéquates (pisciculture), on peut supposer que l'approvisonnement en saumoneaux ne posera pas de problèmes majeurs.

b) Les taux de recapture: La rentabilité de toute la technique de "sea-ranching" est basée fondamentalement sur le taux de retour au site du lâcher ou le taux de recapture global (Turgeon, 1982, p. 9).

Un taux de retour de 5% est nécessaire pour couvrir uniquement le coût des saumoneaux déversés sans tenir compte des frais de capture, de mise en marché, etc. Or, après analyse des résultats de marquage effectué par le M.L.C.P. sur le saumon, il apparaît qu'un taux de retour de 5% n'a jamais été atteint au Québec et que très rarement sur toute la côte atlantique. Le meilleur pourcentage de retour enregistré au Québec n'a été que de 2,79% (Turgeon, 1982).

Pour le moment, il semble donc que la rentabilité de telles installations ne soit pas assurée. Les expériences en cours visent à déterminer s'il est possible d'augmenter le taux de retour.

7.5.6 Vaccination des saumons

Le repeuplement de stocks indigènes avec des saumoneaux d'élevage est souvent rendu peu rentable par les mortalités massives qui se produisent dans les premiers mois suivant leur déversement en rivière. Les facteurs de la mortalité ne sont pas directement identifiables dans tous les cas, mais certaines maladies infectieuses ont été mises en cause. En particulier, on a incriminé la maladie bactérienne du rein (BKD), la furonculose (causée par la bactérie Aeromones salmonicida) et la vibriose (causée par la bactérie Vibrio anguillerum). Il est possible que le stress accumulé lors des diverses opérations préparatoires rendent les poissons particulièrement sensibles aux agents pathogènes (Yvan Turgeon, comm. pers.).

On a donc élaboré en collaboration avec des chercheurs externes un programme de mise au point de vaccins, ainsi qu'un programme d'immunisation en trois volets. En premier lieu, on tentera de protéger contre la furonculose des tacons d'âge 1+ lors de l'élevage en station. Ensuite, on vaccinera les saumoneaux contre la furonculose et la vibriose. Enfin, on essaiera d'enrayer la transmission verticale de la BKD des géniteurs aux oeufs, par injection d'antibiotiques aux géniteurs et durcissement des oeufs par l'érythromycine (Yvan Turgeon, comm. pers.).

7.5.7 Imprégnation artificielle

"Le rôle de l'imprégnation olfactive des saumoneaux dans le phénomène de retour des adultes à la rivière d'origine est bien connu. La prépondérance de l'olfaction a été démontrée, mais également la possibilité de surimposer des odeurs chimiques à "l'odeur naturelle" de la rivière, par l'emploi de morpholine (amine hétérocyclique) à faible concentration (5×10^{-5} mg/l). Un essai a été réalisé au Québec mais le projet a été abandonné." (Turgeon, 1982, p. 19)

7.5.8 Étang de relâche du saumon de l'Atlantique

Les expériences de lâcher différé ont pour but de réduire l'amplitude de migration des saumons et de s'assurer ainsi une plus grande quantité de géniteurs lors de la montaison. On concentre actuellement les efforts vers le relâchement des saumoneaux dans des étangs de relâche et un de ceux-ci est actuellement en essai à Sainte-Anne-des-Monts (INRS-Océanologie, 1983).

Ainsi au mois de mai 1983, de jeunes saumons, Salmo salar, de 1 an$^+$ et de 2 ans$^+$, préalablement marqués, ont été placés dans le bassin de lâcher différé. L'avalaison s'est faite graduellement et complètement. A leur retour dans la rivière, les poissons seront recapturés et on pourra alors déterminer le pourcentage de retour, et ainsi juger de l'efficacité de cette méthode.

7.5.9 Recyclage des géniteurs de saumon de l'Atlantique

L'approvisionnement en oeufs de saumon pour les pisciculteurs vient du frai en bassin de géniteurs capturés dans leur milieu naturel. Mais peu d'entre eux survivent après avoir été relâchés dans leur milieu. Le projet a pour objectif de développer, d'ici 1987, une technique de reconditionnement de ces saumons adultes autrement destinés à une mort quasi-certaine.

En 1982-83, des femelles ayant frayé ont été traitées, vaccinées contre la furonculose, puis déposées dans des bassins aménagés pour l'expérience. Malheureusement, quelques sept mois après le frai, l'injection d'un immuno-stimulant résulta en la mort de presque tous ces saumons. L'expérience a tout de même permis de constater que les poissons exposés à la photo-période naturelle, de novembre à juin, s'alimentaient plus volontiers que les autres. Il appert également que du capelan entier additionné de vitamines et de minéraux est un aliment approprié.

On reprend l'expérience en 1983-84, avec des groupes de poissons pour lesquels on fera varier différemment la photo-période, la température de l'eau des bassins et la période d'alimentation (Yvan Turgeon, comm. pers.).

7.5.10 Contrôle et stimulation des cycles vitaux du saumon de l'Atlantique

Une série d'expériences sont en cours dans le but soit de stimuler la ponte ou la croissance, soit de prévenir la mortalité chez les géniteurs.

Le contrôle du cycle de reproduction en aquaculture offrirait l'avantage de pouvoir induire et synchroniser les pontes afin d'obtenir des oeufs en temps opportun. Des injections de produits hormoneux extraits d'hypophyses de saumons font actuellement l'objet d'expériences dans cette perspective.

D'autre part, on expérimente sur l'injection d'immuno-stimulants. Ces substances présentent un intérêt en aquaculture parce

qu'elles pourraient contribuer à la réduction de la mortalité en prolongeant l'effet des antibiotiques et sulfamidés ou en accélérant l'action des vaccins.

7.6 Groupe de recherches et d'initiative aquicole de l'Est du Québec inc. (GRIA)

Objectifs: Le but ultime du groupe de recherche est l'implantation d'une salmoniculture commerciale du saumon de l'Atlantique (Salmo salar) dans la région de Mont-Joli et plus particulièrement dans le bassin hydrographique de la rivière Mitis. En plus de la production de saumons pour le marché d'alimentation, on prévoit la production d'alevins, tacons ou saumoneaux pour ensemencer la rivière Mitis et stabiliser ou augmenter les populations "naturelles".

Méthodologie: Pour atteindre ses objectifs, le groupe a adopté une démarche de travail qui est subdivisée en 3 parties:

a) une série d'études préliminaires;
b) des essais expérimentaux;
c) l'implantation d'une pisciculture commerciale.

Il va de soi que ces étapes se feront successivement et que l'implantation des essais expérimentaux sont satisfaisants.

Études préliminaires: Les études préliminaires ont débuté en 1982 par la préparation d'une revue des différentes techniques d'élevage et d'une synthèse des différents travaux traitant des caractéristiques biologiques du saumon et de ses exigences environnementales.

Cette première partie terminée, des recherches ont été entreprises par le Groupe d'étude des ressources maritimes (GERMA) et la Société d'aménagement des ressources de la rivière Mitis inc. (SARRM) afin de mesurer les différents paramètres physico-chimiques et environnementaux de la région mitissienne. L'analyse de données recueillies par le ministère de l'Environnement du Québec on permis de déterminer que la qualité des eaux en aval du barrage Mitis-II est passable pour la vie aquatique d'organismes peu tolérants. Une eau qualifiée de passable n'est pas de bonne qualité, mais est jugée comme étant encore utilisable. Les limites de variation de la température de l'eau de la rivière se situent en-deça de la tolérance du saumon, mais non celles des eaux de l'Estuaire. Les valeurs des autres paramètres considérés comme importants (tanin-lignine, phosphore total, fer, chlorure) sont inférieures aux normes admises.

Parallèlement à ces travaux, des études de marché et de rentabilité ont été faites. Après consultation auprès de quelques transformateurs de saumon, il ne semblerait pas y avoir de problèmes pour écouler une éventuelle production de saumons de l'Atlantique de la rivière Mitis, et cela à l'intérieur même du Canada. La rentabilité d'un tel projet est fonction de la forme d'élevage, des besoins en immobilisations, de la provenance des capitaux, de la forme de gestion, de l'endroit choisi, etc... Il n'est donc pas possible de déterminer présentement si un tel élevage peut être rentable dans l'estuaire de la rivière Mitis ni ailleurs dans la région.

Au terme de cette recherche, trois ordres de recommandations apparaissent évidents:

1- Le besoin de s'associer ou de s'assurer l'aide d'organismes gouvernementaux ou privés afin de voir ce que ceux-ci on fait dans ce domaine;

2- Compte tenu des difficultés techniques et financières qu'encourt la mise sur pied d'un tel projet, les promoteurs devraient concentrer leurs efforts sur la réalisation de projets plus restreints dérivés du projet d'ensemble;

3- Des études devraient être poursuivies afin d'accumuler plus de connaissances sur les différentes avenues se présentant pour l'élevage du saumon dans la région de la Mitis (GERMA et SARRM, 1981).

Cette dernière recommandation sera développée dans la deuxième partie de leur travail.

Essais expérimentaux: Comme il n'existe aucune donnée sur la croissance du saumon de l'Atlantique dans l'estuaire du Saint-Laurent, il apparaît important de vérifier l'effet des gammes de température et de salinité estuariennes sur cette croissance. Il est aussi essentiel de vérifier l'effet de la densité des saumons en élevage sur leur croissance.

La nourriture de grossissement du saumon de l'Atlantique demeure un facteur primordial en élevage et sera le thème d'une des expériences. L'autre vérifiera l'efficacité d'un étang de relâche. Les résultats permettront de faire un pas important en ce qui a trait à la faisabilité économique de l'élevage du saumon de l'Atlantique dans la région.

Dans ce programme, deux travaux de recherche se rapportent à l'aquaculture marine: l'étang de relâche du saumon de l'Atlantique dans la rivière Mitis et l'élevage de saumons en bassin clos. Parallèlement, GRIA devrait étudier la croissance du saumon de l'Atlantique en eau douce; mais comme le présent travail ne considère que l'aquaculture marine, ce dernier projet n'est pas décrit ici.

Suite aux conclusions tirées de ces deux expériences, on déterminera les travaux ultérieurs (GRIA, 1983).

7.6.1 Un élevage de saumons de l'Atlantique en bassin clos

Environ 400 tacons provenant de la pisciculture provinciale d'Anse Pleureuse ont été amenés à la station aquicole à Pointe-au- Père et distribués dans quatre viviers de 3 420 litres alimentés d'eau de mer préalablement filtrée. Une pompe à oxygénation assure un apport constant en oxygène et il y a un suivi des différents paramètres physico-chimiques: T^0, $S\ ^0/_{00}$, N_+, NO_3^-, etc.

On étudie l'effet combiné de deux variables: d'une part la densité des tacons, et d'autre part le type de nourriture (de la nourriture sèche commerciale ou de la nourriture mouillée et/ou humide fabriquée à partir de résidus de poissons disponibles en région).

L'expérience se poursuivra toute une saison de croissance et se terminera lorsque la température de l'eau des viviers aura atteint des valeurs de l'ordre de 1°C. A la fin de la saison, on calculera la croissance des saumons et on déterminera leur état physiologique et leur qualité. Enfin, on procédera à la compilation des données et le rapport final devrait être présenté vers la fin de janvier 1984 (GRIA, 1983).

7.6.2 Étang de relâche de saumons de l'Atlantique dans la rivière Mitis

Six mille (6 000) jeunes saumons de l'Atlantique (tacons) provenant de la pisciculture provinciale d'Anse Pleureuse et marqués (ablation partielle de la nageoire adipeuse) sont utilisés dans ces travaux. En mai 1983, 3 000 de ces jeunes saumons ont été libérés directement dans la rivière et les autres 3 000, marqués différemment, ont été mis dans deux étangs de relâche (cages immergées dans la rivière). La mise à l'eau de tous ces poissons s'est faite au même endroit dans la rivière. On espère recapturer un

échantillon représentatif de ces deux groupes de saumons lors de leur retour dans la rivière.

On vise deux objectifs avec cette expérience. D'abord, on veut déterminer le moment précis des transformations physiologiques permettant le passage en eau saline, grâce aux observations faites sur les tacons mis en étang de relâche. Ensuite, on veut déterminer l'efficacité des méthodes utilisées, en comparant les taux de recapture de chacun des deux groupes (GRIA, 1983).

7.7 L'Université du Québec à Chicoutimi, UQAC

Le laboratoire de biologie du développement dirigé par M. Denis Larrivée constitue un des principaux centres québécois pour la recherche sur la physiologie, la croissance et la reproduction d'espèces marines ayant un potentiel pour l'aquaculture. En particulier, nous mentionnons les recherches sur deux espèces maintenues en circuit fermé, la crevette et le buccin. Chez la crevette, Pandalus borealis, on a étudié les facteurs de croissance. Chez le buccin, Buccinum undatum, on a suivi le cycle de reproduction et étudié son alimentation. Un autre projet touche directement l'aquaculture, soit la culture en cages en milieu naturel de salmonidés (Larrivée et St-Gelais, 1984).

7.7.1 Culture en cage de saumons de l'Atlantique et de ouananiches (Salmo salar)

Des essais de culture en cage de saumons de l'Atlantique et de ouananiches ont lieu depuis 1983 à l'embouchure de la rivière aux Outardes. Ces travaux sont conduits par M. Sylvain Saint-Gelais dans le cadre de ses études de maîtrise à l'Université du Québec à Chicoutimi.

"L'objectif premier vise à expérimenter une nouvelle méthode de culture de salmonidés. Cette méthode consiste à maintenir les poissons dans des cages d'élevage en eau salée durant l'été et en eau douce durant les mois d'hiver [...].

"Le deuxième objectif vise l'acquisition de connaissances sur le comportement biologique de la ouananiche en eau salée. Le but de ce traitement est d'établir si cette espèce de saumon d'eau douce peut être utilisée pour le sea-ranching.

"Le cycle complet comprend l'ensemencement au printemps en eau salée de saumoneaux de un an (1^+) ou de deux ans (2^+) et leur transfert en novembre en eau douce. Le printemps suivant, les poissons sont retournés à l'eau salée pour y terminer leur croissance jusqu'à la fin de l'automne. A ce moment, ces animaux devraient être prêts pour le marché. Le cycle complet dure 18 mois et le changement de milieu s'effectue par simple touage des cages." (St-Gelais, 1983, p. 1).

Aucun relâchement ne sera effectué durant cette expérience. On mesurera cependant différents paramètres biologiques, comme la résistance à la salinité, la croissance en eau salée, le comportement en eau salée, la maturation sexuelle.

Les saumons de l'Atlantique utilisés durant cette expérience, fournis par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, proviennent du stock génétique de la rivière Matane. Les ouananiches proviennent du lac Victor, Québec.

"Les cages utilisées sont de type norvégien. Elles sont octogonales et faites de bois enduit de créosote [...]. Les huit morceaux

rassemblés forment un collier de 45 cm de large par 6 m de diamètre. Ce collier soutient le filet qui descend dans l'eau. On y a aussi apposé une clôture de 1,2 m de haut que l'on a entièrement recouverte de grillage métallique galvanisé. Le cadre de bois formant le collier est rempli de mousse de polystyrène, ce qui lui confère une grande flottabilité." (St-Gelais, 1983.

Les premiers filets utilisés étaient de plastique noir extrudé de marque Conwed. Ces filets ont une maille carrée d'environ 0,5 cm de côté. Ils ont 6 m de diamètre par 3 m de profondeur. Ces filets se sont avérés totalement inefficaces. Après seulement quelques semaines de mouillage, des déchirures importantes ont dû être cousues. Durant l'hiver, beaucoup de poissons ont pris la fuite par d'autre brèches qui s'étaient formées. De nouveaux filets ont été installés et l'expérience est de nouveau en cours (Saint-Gelais, 1983).

7.8 Zone d'exploitation contrôlée (ZEC) de la rivière Bonaventure

7.8.1 Reconditionnement du saumon de l'Atlantique (Salmo salar)

La ZEC de la rivière Bonaventure a entrepris en 1983 la première étape d'un projet de trois ans qui vise à augmenter le nombre de géniteurs de Salmo salar dans la rivière Bonaventure. La méthode employée consiste à capter des charognards qui descendent la rivière au printemps, à les engraisser tout l'été dans des bassins de rétention, à induire le frai pour récolter les oeufs puis, à libérer les reproducteurs. Les oeufs servent à produire des jeunes pour ensemencement.

Au mois de mai 1983, 35 saumons ont donc été capturés à la pêche à la ligne, avec des hameçons modifiés afin d'éviter les blessures. Immédiatement après avoir été pris, les saumons ont été placés dans des cages en bois en eau douce. Les poissons ont été nourris artificiellement de capelans et d'éperlans. A la fin de l'été, on a constaté que de nombreuses blessures avaient apparemment été la cause des mortalités qui ont réduit l'élevage à deux seuls individus (un mâle et une femelle). Leur examen à la pisciculture de Gaspé a révélé que les gonades de la femelle n'avaient pas atteint la maturité (Diane Gauthier, comm. pers.).

On doit reprendre l'expérience en 1984.

7.9 La station de recherche de Matamek

La station de recherche de Matamek se trouve sur la côte nord du golfe Saint-Laurent, à 600 km à l'est de la ville de Québec, et à 32 km à l'est de Sept-Iles. Elle est située à l'embouchure de la rivière Matamek qui draine un bassin naturel de 684 km^2. Les opérations forestières sont prohibées sur tout le bassin hydrographique et, depuis 1974, la pêche sportive y est également interdite. Il y a cinq chutes sur la rivière longue de 10 km; la quatrième, à 5,5 km de la mer, est un obstacle à la remontée du saumon de l'Atlantique (Salmo salar).

La station de recherche est subventionnée à 90% par l'entreprise privée et appartient, depuis 1967, au Woods Hole Oceanographic Institution au Massachussetts. Dans le cadre de leurs travaux qui portent surtout sur l'écologie des cours d'eau, quelques chercheurs touchent à l'aquaculture marine, dont des essais de "sea-ranching" avec la truite mouchetée (Salvelinus fontinalis).

7.9.1 Essais de "sea-ranching" avec la truite mouchetée (Salvelinus fontinalis)

Des études taxonomiques faites par Wilder (1952) suggèrent que la truite de mer, poisson anadrome, et que la truite de rivière sont, génétiquement, la même espèce. Si cela est le cas, il devrait être possible de créer des populations de truites de mer par implantation de truites de rivière en estuaire. Malheureusement, au cours des dernières années, relativement peu de recherches ont été conduites sur la truite de mer et, malgré le succès obtenu avec d'autres salmonidés, peu d'essais ont été faits pour produire de la truite mouchetée avec la technique du "sea-ranching".

Des recherches antérieures indiquent qu'une petite population indigène de truites de mer se retrouve dans l'estuaire de la rivière Matamek. Une chute infranchissable située à 0,7 km en amont de la rivière et le manque de frayères en aval de cette chute empêchent ces poissons de se reproduire. Le recrutement de la population se fait probablement par l'immigration de truites qui se trouvent en haut de la chute.

Des données, limitées, suggéraient que les truites mouchetées auraient un taux de croissance supérieur en estuaire et seraient en meilleure condition que les truites des rivières de même âge. Il semblait donc que l'estuaire de la rivière Matamek était un habitat favorable pour ces poissons. Toutes ces informations étant prises en considération, des expériences visant à induire l'anadromie chez une population sauvage de truites mouchetées de la rivière sont en cours depuis 1978. Si cela réussissait, on envisagerait la possibilité d'utiliser de tels transferts comme méthode pour améliorer le rendement de la pêche sportive.

Les objectifs premiers des expériences de transplantation en cours sont d'obtenir des estimations des taux de recapture et de croissance de différentes classes d'âge de truites mouchetées. En 1978 et 1979, 1 753 truites de différentes classes d'âge ont été capturées dans la rivière, étiquetées, puis relâchées dans l'estuaire. La recapture des poissons s'est faite de deux à quatre mois plus tard alors qu'ils retournaient à l'eau douce. Après les deux années, le taux de recapture des poissons a été de 34%, avec de meilleurs résultats pour les classes d'âge de 2 à 3 ans. Par comparaison, le taux de recapture de smolts de saumons de l'Atlantique étiquetés à la rivière Matamek n'est que de 1%. Moins de 1% des truites mouchetées transplantées ont monté dans des rivières autres que la Matamek (Whoriskey et Gibson, 1980; Whoriskey et al., 1981).

Même si tous les résultats tendent à démontrer que l'élevage en mer (sea-ranching) de la truite mouchetée est relativement facile, il y a encore certains problèmes à résoudre avant d'entreprendre un projet à grande échelle (M. Naiman, comm. pers.). Des recherches devraient être faites afin de déterminer la combinaison optimale âge-taille que doivent avoir les jeunes truites avant de les transplanter en mer. Il faudrait aussi approfondir nos connaissances sur l'écologie de la truite lorsqu'elle est en mer. On s'attend à ce qu'à la fin du projet de recherche en 1984, on ait résolu certains problèmes et obtenu assez d'informations pour pouvoir lancer un projet visant à élever de la truite mouchetée en mer (Porterfield, 1982).

7.10 Les Crustacés vivants madelinots inc.

7.10.1 Essais d'élevage du homard américain (Homarus americanus) aux Îles-de-la-Madeleine

En 1982, une compagnie des Îles-de-la-Madeleine, Les Crustacés vivants madelinots inc. (CVM), mit sur pied une entreprise d'engraissement du homard américain, Homarus americanus. Le financement fut assuré par CVM et le ministère de l'Expansion économique

régionale. En parallèle, la firme Bio-Conseil inc. s'associa à CVM pour assurer le suivi biologique de l'élevage et réaliser des expériences visant à déterminer les conditions optimales d'élevage, dans le cadre d'une étude financée par le ministère des Pêches et des Océans et le ministère canadien des Approvisionnements et Services. Du 15 mai au 3 juillet, on a introduit dans la lagune du Havre-aux-Maisons, Îles-de-la-Madeleine, environ 64 000 homards de taille commerciale dans le but d'en faire le grossissement.

Installations: Pour les besoins de l'élevage, on a construit 38 modules indépendants consistant chacun en une armature d'acier. Chacun servait à retenir sur les fonds lagunaires vingt colonnes de seize paniers faits de polypropylène vert-foncé et fabriqués de façon à s'empiler solidement avec leur contenu. L'aménagement intérieur des paniers a subi plusieurs modifications au cours de la saison. On voulait ainsi d'une part réduire les risques de blessure et d'évasion des homards, et d'autre part, faire varier le nombre de homards par cage. Enfin, à partir du 13 septembre, des cadres en bois délimitant quatre compartiments d'environ 0,08 m^2 ont été installés dans les paniers en même temps qu'un fin grillage en polypropylène couvrant le fond. Un radeau abrité, sorte de hangar flottant, a été conçu pour mouiller les modules, les retirer du fond ou les déplacer, manipuler les colonnes de paniers et procéder aux diverses opérations d'entretien (voir descriptions et figures dans Gagnon et al., 1984.)

> "Le radeau est muni d'un treuil hydraulique au plancher pour hisser les modules et d'un treuil électrique sur rail au plafond pour retirer les colonnes de paniers des modules. Les treuils sont alimentés par une génératrice installée à bord. Deux ouvertures dans le plancher [donnant sur l'eau libre] permettent de travailler sur deux modules à la fois. Le radeau était toué par une embarcation de 3,6 m munie d'un puissant moteur de quatre cylindres [...]" (Gagnon et al., 1984)

Le suivi de l'élevage consistait à noter l'évolution de la survie et de la croissance des homards en captivité. On prenait également des mesures sur des paramètres du milieu pouvant influencer le rendement de l'élevage (température de l'eau, salinité, vitesse et direction des courants, oxygène dissous, ammoniaque).

Expérimentation: On a procédé à des essais pour déterminer les conditions optimales de survie et de croissance du homard. Les effets de la surface des casiers, du type et de la quantité de nourriture, de l'immobilisation ou non des pinces, de l'ablation des pédoncules oculaires et de l'origine des homards ont été étudiés en soumettant des lots homogènes d'individus à une série de traitements. Les homards voués à ces expériences furent placés dans un module identique à ceux de l'élevage. Les données ont été prises afin de comparer la survie, la croissance et l'état de nutrition des divers lots.

Résultats: Une mortalité massive est survenue en août et septembre, causant la perte de plus de 60% des individus dans l'élevage commercial et le module expérimental. Le suivi de l'élevage a démontré qu'une épidémie de gaffkémie était responsable de cette décimation. Le déclenchement de l'épidémie serait essentiellement attribuable au fait que le système et la méthode d'élevage au début des opérations étaient inadéquats. En effet, l'aménagement intérieur des paniers n'assurait alors qu'un isolement partiel des individus. Ces derniers pouvaient s'infliger des blessures entre eux ou se mutiler en tentant de s'échapper par les ouvertures laissées trop grandes. Ces blessures constituaient dès lors les seules entrées par lesquelles la bactérie responsable de la gaffkémie (Aerococcus viridans var. homari) peut infecter un homard.

De plus, l'échéancier de mise en élevage a été tel que la plupart des modules n'ont pas été entretenus pendant plusieurs semaines de suite après la mise en élevage. Ce manque d'entretien aurait permis la mise en circulation de grandes concentrations de la bactérie A. viridans dans le milieu ambiant à partir des cadavres en décomposition. Les premiers homards à mourir auraient vraisemblablement été des individus contaminés avant leur mise en élevage. Il est aussi possible qu'une partie de la mortalité soit attribuable aux longues périodes d'émersion auxquelles les homards qui venaient de muer ont été soumis pendant les premiers mois de l'élevage. Des pertes importantes (12%) sont également survenues lors de la fuite d'individus par les ouvertures trop grandes des paniers originaux et par un bris du système de rétention des paniers.

Quant à la croissance, les meilleurs traitement expérimentaux ont produit un accroissement en longueur d'environ 7%, correspondant à une augmentation de poids de 24%. A cause des conditions particulières qui ont entouré cette première année d'essai, la combinaison optimale des conditions favorisant la croissance du homard en élevage n'a pu être déterminée avec certitude.

Conclusions: Le suivi biologique de l'élevage a permis d'identifier les problèmes qui ont handicapé l'élevage. L'étude des facteurs intrinsèques (indépendants des traitements) a permis d'évaluer le rendement des homards en fonction de leur origine, de leur sexe, de leur longueur initiale et de la date de mue.

Les mortalités excessives n'ont pas permis dans tous les cas de tirer des conclusions avec certitude. Néanmoins, l'analyse et la comparaison des effets obtenus par chacun des différents traitements a permis d'établir une liste de recommandations susceptibles d'améliorer l'élevage du homard et d'orienter les recherches futures (Gagnon et Fradette, 1983; Gagnon et al., 1984):

- sélection des homards: ne prendre que de petits individus mâles, frais, en santé et sans traces de blessures; faire la sélection professionnellement dans un endroit abrité et frais;

- site d'élevage: disperser le stock dans au moins deux endroits plutôt isolés et assurant une bonne circulation d'eau;

- techniques d'élevage: utiliser des casiers isolant les individus et leur offrant la plus grande surface possible; disposer les casiers pour assurer en tout temps une circulation adéquate tout en permettant un accès facile et rapide pour les opérations de nourrissage;

- entretien: assurer un suivi assez serré pour déceler toute maladie et retirer les morts le plus tôt possible;

- mise en marche: l'échéancier devra tenir compte de l'évolution de la fréquence de mue dans l'élevage.

- recherche: l'entreprise devra innover; en particulier, il faut mettre au point un système d'élevage efficace et pratique.

Projets pour 1983: En 1983, on a repris l'expérience, sous contrat du ministère des Pêches et des Océans. Comme en 1982, on a fait varier les conditions d'élevage pour en analyser les conséquences. En particulier, on veut déterminer les effets joués par la taille, la maturité et le stade de mue sur l'engraissement et la qualité du homard. Mais surtout, on a modifié les conditions de l'élevage: on a réduit le nombre de homards mis en élevage à moins de 2 000 individus; on a choisi un nouveau site où la circulation d'eau est plus forte; et le dispositif des paniers d'élevage a été modifié considérablement. Les cages métalliques supportant les paniers ont été remplacées par des colonnes légères

suspendues à un câble permettant de les déplacer vers le hangar flottant ancré solidement. On peut ainsi procéder à l'entretien en tout temps à l'abri et de façon plus économique (Pierre Fradette, comm. pers.).

Les résultats préliminaires ont été très encourageants, avec une augmentation marquée de la croissance et une baisse importante de la mortalité.

7.11 Gouvernement du Canada

7.11.1 Écloseries de homards (Homarus americanus)

Afin d'assurer le repeuplement des fonds de pêche de homards par des méthodes artificielles, on mit en opération au pays entre 1903 et 1912, quinze écloseries dont deux étaient situées au Québec.

> "Dans la Province de Québec, ces établissements étaient situés à Port-Daniel, comté de Bonaventure, et à Havre-aux-Maisons, Îles-de-la-Madeleine; ils furent mis en opération en 1910. Mais une première tentative d'incubation d'oeufs de homard avait été faite déjà en 1900, à Gaspé. En effet, [...] Gaspé avait été pourvu d'un établissement pisicole qui devait servir à la fois pour l'élevage du saumon et du homard.
>
> "Les oeufs, après avoir été râclés de l'abdomen des femelles étaient incubés dans des bocaux de verre dans lesquels la circulation assurait et l'aération et l'agitation de l'eau. Chaque jour, les usines de mise en conserve étaient visitées pour la récolte des oeufs qui étaient transportés à l'écloserie pour l'incubation. [...] Mais l'incubation des oeufs de homard y fut un échec complet, et cela à cause de la faible salinité de l'eau utilisée dans cette écloserie. [...]
>
> "Après quelques années d'expérience, l'efficacité de ce mode de repeuplement était mis en doute, et pour en vérifier le rendement, on décida d'essayer de repeupler un ancien fond de pêche, autrefois reconnu comme riche, mais délaissé alors à cause de son épuisement. C'est ainsi que pendant cinq ans, le bassin Bedford, en Nouvelle-Ecosse, fut ensemencé annuellement de huit millions de larves. L'expérience n'ayant pas été encourageante, le directeur des pisciculture du Canada décida de suspendre le travail des écloseries. En 1919, celles-ci étaient toutes fermées." (Corrivault et Tremblay, 1948, p. 38-40)

7.11.2 Ministère des Pêches et des Océans

Le Ministère s'est peu impliqué en aquaculture au Québec. Nous pouvons mentionner cependant deux projets auxquels il a participé. Le premier est l'élevage de homards présenté à la section 7.10.1. Le second est un projet pilote de récupération des saumons noirs, dits charognards, à des fins commerciales. Ce projet devrait démarrer au début de 1984, dans le cadre du plan de développement des pêches du Québec.

Chaque année, dans le cadre de deux programmes de subventions à la recherche, le Ministère supporte un grand nombre de projets en sciences marines au pays. Certains de ces projets visent soit la biologie d'une espèce en élevage, soit la mise au point de techniques appropriées à divers types d'élevage. Ces programmes, qui s'adressent plus particulièrement aux chercheurs universitaires et aux firmes spécialisées, sont le programme des Propositions spontanées, géré par le ministère des Approvisionnements et Services (MAS), et

les Programmes coopératifs de subventions à la recherche.

7.12 Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (GIROQ)

Cet organisme regroupe des chercheurs des universités Laval, Mcgill et de Montréal, qui font de la recherche fondamentale en océanographie. Bien qu'aucun d'entre eux n'oeuvre en aquaculture, certains projets gradués ont parfois l'occasion de toucher au domaine.

7.12.1 Examen des mécanismes de coordination entre la ponte de certains invertébrés marins et la poussée printanière du phytoplancton

Ces travaux sont effectués au Laboratoire aquicole de la Pointe, Pointe-au-Père, par M. Michel Starr dans le cadre de ses études de maîtrise faites à l'Université Laval. Ils visent à déterminer si le phytoplancton induit de façon spécifique la ponte chez certains invertébrés marins par l'intermédiaire d'une substance chimique émise dans l'eau.

Ces travaux sont reliés à l'aquaculture parce qu'une des espèces étudiées est l'oursin vert, Strongylocentrotus droebachiensis. Comme ce sont exclusivement les gonades de l'oursin qui lui confèrent une valeur commerciale, il s'agit d'augmenter la qualité du produit en maximisant la production de gonades et en contrôlant la maturation et la ponte.

Pour les fins de l'expérience, les organismes de réserve sont gardés matures le plus longtemps possible. Pour retarder la ponte, on maintient une basse température et une oxygénation élevée de l'eau des bassins et, lors de la poussée printanière du phytoplancton, on passera du circuit ouvert au circuit fermé. Des analyses phytoplanctoniques de l'eau seront faites régulièrement pour déterminer le moment du "bloom" phytoplanctonique. En circuit ouvert, l'eau est prélevée dans l'Estuaire, à 5 m de profondeur puis filtrée sur cartouches de filtre Gelman jusqu'à 1 µm. En circuit fermé, l'eau synthétique est filtrée en passant à travers des couches de ouate, de coquilles de moules et de charbon. Les cultures de phytoplancton sont produites selon la méthode de culture à dialyse de Marsot et al. (1981) (Starr, 1983).

7.13 L'Université Laval

7.13.1 Culture d'algues marines sur milieux enrichis

> "Le succès d'une entreprise d'aquaculture dépend notamment de celui de son larvoir (nursery) où l'organisme qui fait l'objet d'élevage passe son stade larvaire. Après la métamorphose, les chances de survie de l'organisme sont de beaucoup augmentées. Dans plusieurs cas, certaines espèces de microalgues se révèlent importantes pour l'alimentation des larves planctoniques." (Sansregret, 1983)

Comme aliment dans les larvoirs, la littérature suggère qu'on a intérêt à prendre des algues offrant un contenu lipidique supérieur ainsi qu'une composition suffisamment élevée en acides gras insaturés de la série W3, à 20 et 22 carbones. Ceci contribuerait à l'obtention de meilleurs taux de croissance et de survie des larves cultivées. Se basant sur ces faits, M. Jean-Luc Sansregret a mis en culture des algues marines sur milieux enrichis dans le cadre de ses études de maîtrise.

Deux algues de la famille des Bacillariophyceae, Skeletonema costatum et Phaeodactylum tricornutum, ont été retenues. Dans la première partie du projet, on compare quatre

milieux de culture à base d'eau de mer synthétique de formule commerciale "Instant Ocean". Cette partie du travail a pour but de déterminer le milieu qui se montrera le plus intéressant quant à la productivité et au contenu lipidique des algues, tout en respectant certaines considérations pratiques et économiques. La comparaison est basée sur une quantité égale d'azote inorganique au départ; les rapports N:P sont également identiques. La seconde partie de l'expérience sera effectuée sur le milieu optimal identifié en première partie, et qui maximise la teneur en lipide des algues. On déterminera les biomasses produites, leur teneur en protéines, glucides, lipides et cendres, et leur profil en acides gras (Sansregret, 1983).

7.14 Recherches privées

7.14.1 Essai de culture de la mousse d'Irlande (Chondrus crispus)

L'objectif du travail de M. Gaston Bérubé à la Station aquicole de la Pointe, à Pointe-au-Père, est l'expérimentation d'une technique de culture d'algue. Le besoin de répondre à la demande de plus en plus croissante par l'industrie, et d'éviter les risques d'une surexploitation a commandé ces travaux.

Les souches T-4 de Chondrus crispus ont été offertes par le Dr P.F. Schacklack du Laboratoire régional atlantique du CRSNG. La culture s'est faite dans des bassins en naigène de 80 l. Les organismes recevaient leurs nutriments par un apport continu d'eau de mer prélevée à 5 m de profondeur et filtrée sur cartouches de filtres Gelman jusqu'à 1 µm. Lors de certaines expériences, l'eau était enrichie avec du NH_4NO_3 et du $(NH_4)_2PO_4$. Afin d'augmenter la diffusion des nutrilites, les algues étaient continuellement brassées, augmentant ainsi la vélocité du courant sur les parois cellulaires. Le milieu de culture était dans une pièce éclairée par une lumière naturelle de 500 Lx, qui pour certaines expériences, était augmentée à 1 000 Lx à l'aide de fluorescents. Des essais ont été réalisés en faisant varier différents paramètres (la lumière, la température de l'eau, la vitesse de renouvellement de l'eau et la fertilisation ou non de l'eau de mer). Les taux de croissance ont été déterminés par mesure du poids frais.

A la lumière des résultats obtenus et considérant les revenus anticipés, cette méthode laisse peu d'espoir de rentabilité (Bérubé, 1982).

7.14.2 Essai d'affinage des gonades de l'oursin vert (Strongylocentrotus droebachiensis)

Il existe actuellement un marché pour la vente de gonades d'oursins verts. Deux des principaux facteurs influençant ce marché sont l'approvisionnement en gonades et la couleur de celles-ci. Lors de travaux réalisés en 1982 à la Station aquicole de la Pointe, à Pointe-au-Père, M. Alexander Strachan a fait des études préliminaires visant à retarder la ponte chez l'oursin vert et à faire varier la couleur des gonades.

Des oursins verts, prélevés dans l'estuaire près de Pointe-au-Père, étaient conservés dans des bassins où il y avait une circulation constante d'eau de mer prélevée à 5 m de profondeur et filtrée sur cartouches de filtres Gelman jusqu'à 1 µm. On n'a pu inhiber la ponte, mais il semble qu'il soit possible de faire varier la couleur des gonades par l'utilisation de certaines espèces d'algues dans l'alimentation (Alexander Strachan, comm. pers.).

8. IDENTIFICATION DES ESPÈCES POTENTIELLEMENT APTES A ETRE UTILISEES EN AQUACULTURE AU QUEBEC

Bien que l'on considère l'aquaculture comme un moyen de produire des protéines marines, il ne faut surtout pas oublier dans notre contexte socio-économique qu'elle doit être avant tout une source de revenus profitable. Les critères employés pour déterminer si une espèce est apte ou non à être exploitée commercialement sont établis à partir des deux ensembles de facteurs biologiques et économiques. Ainsi, parce que les facteurs économiques sont défavorables, certaines espèces sont classées inaptes à l'exploitation même si les connaissances bio-technologiques sont développées. Par exemple, des poissons plats voisins de la plie font l'objet d'essais d'élevages au Royaume-Uni, où les stocks naturels ont été déclinés. Chez nous, le rendement de la pêche des plies est encore bon et il est peut être préférable de diriger les investissements en aquaculture vers d'autres espèces qui demandent un prix plus élevé.

Après avoir étudié le marché, les techniques de culture et les capacités biologiques des différentes espèces marines, plusieurs auteurs ont établi une liste d'espèces potentiellement aptes à être utilisées en aquaculture. Nous croyons que les espèces suivantes sont parmi les plus prometteuses au Québec.

Algues

Les agarophytes	Gracilaria sp.
Mousse d'Irlande	Chondrus crispus
Phytoplancton	Phaeodactylum tricornutum, Skeletonema costatum, etc.

Invertébrés

L'huître américaine	Crassostrea virginica
La moule bleue	Mytilus edulis
Le pétoncle géant	Placopecten magellanicus
La crevette	Pandalus sp., espèces exotiques
Le homard américain	Homarus americanus
La palourde	Mercenaria mercenaria
La mactre de l'Atlantique	Spisula solidissima
L'oursin vert	Strongylocentrotus droebachiensis
Du zooplancton	(Indéterminé)

Poissons

Les saumons du Pacifique	principalement Oncorhynchus kisutch
Le saumon de l'Atlantique	Salmo salar
La truite arc-en-ciel	Salmo gairdneri
La truite mouchetée	Salvelinus fontinalis
L'éperlan d'Amérique	Osmerus mordax
L'anguille d'Amérique	Anguilla rostrata

Voici quelques indications expliquant le potentiel de chacune de ces espèces. Nous mentionnons dans chacun des cas quelques problèmes particuliers relatifs à l'élevage; dans certains cas, des précisions sur la méthode d'élevage sont apportées. Il ne faut pas oublier que dans tout élevage, il faut prévenir les maladies et les épidémies, assurer une bonne alimentation et une circulation de l'eau. Des indications supplémentaires se retrouvent dans la section qui décrit les travaux d'aquaculture au Québec (sect. 7). Il faut aussi se rappeler que la polyculture peut aider à rentabiliser tout élevage et que l'on doit sélectionner les espèces à être élevées ensemble en fonction de leurs relations de compétition et de prédation. Un autre point à considérer est que l'élevage en milieu naturel requiert souvent moins de capitalisation initiale et peut faciliter la rentabilisation.

Dans le stade de planification d'un projet d'exploitation, il faut se décider si l'on mise sur un produit de luxe ou sur une

production en masse et prévoir le marché sur lequel le produit sera commercialisé: marché intérieur limité ou marché d'exportation. Il est recommandé de se documenter au maximum sur l'espèce, sa biologie, les techniques existantes et les essais déjà réalisés.

8.1 Les algues

8.1.1 Les "agarophytes"

"Les "agarophytes" sont des algues produisant le polysaccharide extractible agar-agar. Ce polysaccharide est employé dans l'industrie alimentaire pour fabriquer des gels ou augmenter la viscosité de plusieurs produits qui autrement seraient liquides. Des quantités importantes d'agar-d'agar parmi les catégories les plus coûteuses, sont utilisées par les hôpitaux, les centres de diagnostics et d'autres laboratoires pour la culture de bactéries [...].

"L'opinion générale exprimée lors d'un récent atelier de travail portant sur l'agar-l'agar et les agarophytes a été qu'il n'y avait pas de quantités suffisantes d'agarophytes près de la côte atlantique pour permettre l'exploitation des peuplements naturels, mais qu'il y avait suffisamment d'informations pour suggérer que les approvisionnements nécessaires soient fournis par la culture [...]. Il est prévu que la possibilité ou non possibilité de la culture des agarophytes, surtout Gracilaria, sera démontrée d'ici quelques années." (MacCrimmon et al., 1975, p. 46-47)

Les espèces de Gracilaria que l'on rencontre au Québec, entre autres aux Iles-de-la-Madeleine, produisent un agar de type méthylé. Ce type d'agar a des propriétés particulières et pourrait répondre à des besoins précis de l'industrie (Wilfrid Yaphe, comm. pers.). Il semblerait qu'il faille viser une production régulière de haute qualité, basée sur une culture monospécifique.

8.1.2 La mousse d'Irlande

"La production actuelle provient de la récolte des peuplements naturels. L'algue est séchée et expédiée aux Etats-Unis où l'on y fait l'extraction du carraghéen, polysaccharide utilisé dans l'industrie alimentaire [...]. Les estimations basées sur l'expérimentation portent à croire que la récolte actuelle provenant des peuplements naturels pourrait être cultivée dans une superficie d'environ 300 acres." (MacCrimmon et al., 1975, p. 46)

La mise en culture commerciale exige plus de données sur les effets des facteurs environnementaux et du taux de biosynthèse du produit final (carraghénine; Brett et Ayles, 1978). L'un des principaux problèmes dans la culture du Chondrus est l'invasion de la culture par les épiphytes (algues qui poussent sur le Chondrus). Ces épiphytes compétitionnent pour la lumière et les sels nutritifs, diminuant ainsi le rendement de la production. Lors de la récolte de la biomasse, on doit séparer les Chondrus et les algues épiphytes.

Des essais non publiés et réalisés à la Station aquicole de la Pointe, à Pointe-au-Père, ont montré que Chondrus crispus pouvait croître grâce à la technique de culture à dialyse (Pierre Marsot, comm. pers.).

8.1.3 Le phytoplancton

Maintenant que l'on possède la technologie, les recherches devraient se poursuivre

afin d'expérimenter de nouvelles espèces et d'en trouver un usage commercial.

La culture de phytoplancton peut être exploitée à trois niveaux. La technique de culture elle-même peut servir pour le traitement des eaux (épuration des eaux usées). Le phytoplancton produit peut servir d'aliment de base à un élevage de zooplancton. On peut aussi produire du phytoplancton pour en extraire des sous-produits (antibiotiques).

8.2 Les invertébrés

Plusieurs espèces d'invertébrés ont été cultivées avec succès en laboratoire ou dans des projets pilotes. Les candidats les plus prometteurs semblent être l'huître américaine, le pétoncle, la palourde et la mactre, la moule bleue et le homard américain. Par contre, même si la technologie pour cultiver les crevettes n'est pas développée pour toutes les espèces, la forte demande pour ce produit et sa grande valeur marchande en font un organisme très intéressant (D'Agostino, 1979). La culture de zooplancton ou d'amphipodes benthiques est également possible; sans nommer d'espèces précises, on peut imaginer une pisciculture où les poissons seraient nourris de petits crustacés élevés en bassins.

8.2.1 L'huître américaine

En 1978, Brett et Ayles soulignaient que parmi les organismes marins cultivés au Canada, l'huître était celui qui avait la plus grande valeur marchande.

Des essais d'élevage d'huître ont été réalisés à l'Île-du-Prince-Édouard et à l'Île-du-Cap-Breton. Au Cap-Breton, l'élevage en cabaret a produit une huître de taille commerciale en deux ans et demi (René Lavoie, comm. pers.). Des ensemencements ont été faits récemment par le MAPA pour réintroduire l'huître américaine aux Îles-de-la-Madeleine (voir sect. 7.1.2). Nous croyons que dans les baies et lagunes les plus chaudes du Québec, il est possible d'envisager une ostréiculture commerciale. Les problèmes particuliers à résoudre sont:

a) L'approvisionnement en naissain. Celui-ci peut actuellement être importé du Nouveau-Brunswick ou de l'Île-du-Prince-Édouard. Cependant, il est pensable de maintenir un stock naturel aux Îles-de-la-Madeleine qui produirait le naissain utilisé pour partir des élevages;

b) La qualité de la coquille (forme et résistance) est un des facteurs déterminant le prix sur le marché;

c) Il faut éviter les contaminations telles que l'intoxication paralysante causée par Protogonyaulax tamarensis, qui cependant n'a pas été rapporté aux Îles.

8.2.2 La moule bleue

La technologie de captage et d'élevage mise au point aux Îles-de-la-Madeleine est adéquate (voir sect. 7.1.3). Cependant, à cause de mortalités subites, il faut vendre les moules après 2 ans d'élevage, ce qui en limite l'exploitation aux eaux permettant une croissance rapide. Il faut éviter les zones susceptibles aux blooms de Protogonyaulax tamarensis qui rendent les moules impropres à la consommation.

L'approvisionnement en moules provenant de stocks naturels est adéquat dans certaines régions. Mais il faut miser sur la plus grande valeur commerciale de la moule d'élevage qui vient de ce qu'elle est plus propre, de taille uniforme et libre de "perles".

L'approvisionnement en naissain n'est généralement pas un problème puisque des capteurs adéquats collectent sans problème des quantités astronomiques de jeunes moules près de la majorité de nos sites maritimes.

> "Si les marchés peuvent être étendus, la production de quantités importantes peut être valable en tant que source de revenu additionnel pour les producteurs à temps partiel, ou pour ajouter de nouvelles spécialités à une exploitation aquicole continue". (MacCrimmon et al., 1975)

8.2.3 Le pétoncle géant

Le prix payé à l'unité pour cet organisme est très élevé et la demande très forte. Les connaissances que nous possédons sur le cycle de vie de cette espèce sont incomplètes et ne permettent pas encore d'en faire une exploitation commerciale sour forme d'aquaculture (D'Agostino, 1979). On sait par exemple qu'il faut plusieurs années avant que les pétoncles n'atteignent la taille commerciale. Suite aux premiers essais effectués au Québec, il semble y avoir certains problèmes dûs aux conditions climatiques, et aux frais encourus par les manipulations. Lorsqu'on est forcé de les suspendre à de grandes profondeurs, certains travaux d'entretien sont très difficiles, parfois impossibles. Par contre, là où les eaux sont froides, il devrait être possible de les élever près de la surface, comme cela se fait à Terre-Neuve. On pourrait aussi envisager de les élever sur le fond, en encerclant l'élevage par prévenir la fuite des pétoncles et l'attaque des prédateurs (Michel Giguère, comm. pers.).

8.2.4 La crevette

Bien que très développés dans certains pays, dont l'Indonésie, les élevages de crevettes ont fait l'objet de très peu de recherches pratiques en Amérique du Nord. Des essais ont eu lieu dans des lacs salins de la Saskatchewan (Brett et Ayles, 1978) et sur la côte ouest du Mexique (Thomsen, 1978). Les méthodes ne sont pas adaptées aux conditions climatiques du Québec. Par contre, il n'est pas impossible de penser à faire chez nous l'élevage d'espèces exotiques termophiles en utilisant des eaux de rejets thermiques (Christophe Gros, comm. pers.).

Les connaissances des exigences pour les différentes étapes du cycle de vie de nos espèces indigènes sont très restreintes, les maladies et leurs traitements inconnus et on n'a pas encore de diète adaptée à l'élevage. Cependant, et bien que les stocks naturels soient encore sous exploités, deux raisons principales nous poussent à croire que les crevettes seraient de bons candidats pour l'aquaculture. Ces raisons sont la possibilité de les conserver congelées sur une période allant jusqu'à deux ans, ce qui facilite l'écoulement du produit sur le marché; et le prix très élevé que commandent les crevettes en général.

Des essais ont été faits à l'UQAC en circuit fermé pour identifier certains facteurs régiant la croissance et l'inhibition de la transformation femelle chez Pandalus borealis (Larrivée et St-Gelais, 1984).

8.2.5 Le homard américain

L'élevage du homard américain depuis l'oeuf jusqu'à la taille commerciale a été réalisé en quelques endroits dans l'est de l'Amérique du Nord. A l'Ile-du-Prince-Edouard, la compagnie Marine Lobster Farm a mis au point des techniques d'élevage commercial en circuit fermé. Aux Iles-de-la-Madeleine, Les Crustacés vivants madelinots inc. font des essais de grossissement de homards en milieu naturel (voir sect. 7.10.1).

La technique de production de juvéniles reste à mettre au point tout comme une diète appropriée et des méthodes de prévention contre les maladies. Deux problèmes majeurs sont la gaffkémie et le cannibalisme. D'autre part, il faut tirer parti de techniques éprouvées, telles le réchauffement de l'eau en élevage intensif et l'ablation du pédoncule oculaire, qui augmentent considérablement la croissance chez les juvéniles et donnent également de bons résultats chez les adultes (Castell et al., 1977). D'autres manipulations, d'ordre hormonal ou génétique, devraient être tentées chez cette espèce.

La valeur marchande du homard est fonction de son apparence générale, de la densité et du goût de la chair, ainsi que de la dureté de la carapace. Puisque ce dernier critère empêche la vente des homards immédiatement après la mue, c'est un élément très important à considérer.

> "Si une percée pouvait être faite dans l'élevage du homard, les profits en seraient extrêmement élevés". (MacCrimmon et al., 1975)

8.2.6 La palourde et la mactre

Ces deux espèces à la biologie assez semblable sont communes sur les fonds sableux des eaux chaudes de la côte est de l'Amérique du Nord. Au Québec, la mactre est abondance et prisée aux Iles-de-la-Madeleine. Dans des eaux relativement chaudes, leur élevage pourrait être avantageux, en particulier comme espèce d'appoint en polyculture.

> "Le cycle évolutif de la palourde est connu et peut être manipulé [...]. Les contraintes à l'exploitation comprennent: la longue période de croissance (de 4 à 5 ans) nécessaire pour atteindre la taille commerciale, la valeur marchande relativement basse, l'obligation d'en faire l'élevage uniquement sur le fond et la maladie". (MacCrimmon et al., 1975)

8.2.7 L'oursin vert

Au Québec, on est encore au stade d'une expérimentation pour inhiber la ponte (voir sect. 7.12.1) et pour améliorer la présentation des gonades (voir sect. 7.14.2). L'abondance de cet organisme dans le milieu naturel nous porte à croire qu'il pourrait y avoir de l'avenir pour des techniques d'affinage plutôt que d'élevage.

8.2.8 Zooplancton et amphipodes

Lorsqu'on parle de production de zooplancton et d'amphipodes, il faut surtout avoir à l'esprit l'idée de polyculture. En effet, les organismes ainsi produits ne servent qu'à alimenter des organismes d'un autre élevage ou au nettoyage des détritus dans les bassins d'élevage.

Certaines études ont été faites pour identifier les influences d'une alimentation en gammares sur la qualité de la chair de la truite arc-en-ciel. D'autres recherches ont porté sur l'artémia comme aliment pour des larves et juvéniles de poissons ou d'invertébrés.

8.3 Les poissons

8.3.1 Les saumons du Pacifique

Les conditions environnementales et les apports nutritionnels dans les eaux de la côte du Maine et dans le golfe du Maine sont considérés depuis longtemps comme propices pour les saumons du Pacifique (Jagoe et al., 1981). Un certain nombre a été gardé et introduit au

Québec (voir sect. 6.1). On en a introduit dans les Grands Lacs et quelques-uns atteignent parfois le Saint-Laurent.

L'élevage des saumons du Pacifique est bien développé et ceux-ci ont un prix de vente très avantageux (MacCrimmon et al., 1975). Nous les mentionnons ici parce que leur potentiel semble intéressant.

8.3.2 Le saumon de l'Atlantique

La biotechnologie pour l'élevage en cage du saumon de l'Atlantique est très bien documentée et celui-ci a été élevé commercialement en plusieurs endroits. Au Québec, on l'élève au moins depuis 1859 et les pisciculture provinciales en pratiquent l'élevage (en eau douce) pour fins d'ensemencement (voir sect. 7.5). L'élevage en cage n'a jamais été tenté. Les principaux problèmes relatifs au développement du "sea-ranching" sont associés à la faible croissance des juvéniles en eau froide, à la période d'introduction en eau salée et au faible taux de recapture (voir sect. 7.5).

8.3.3 La truite arc-en-ciel

L'élevage en cage de la truite arc-en-ciel est pratiqué principalement dans les Maritimes. Au Québec, la réglementation en restreint l'élevage au sud-ouest de la province. On sait cependant que l'espèce peut vivre en eau salée. Il serait nécessaire d'identifier et de produire des stocks plus adaptés aux conditions locales, de développer de nouvelles diètes pour l'élevage en eau salée et d'assurer des approvisionnements de juvéniles en parfaite santé.

8.3.4 La truite mouchetée

Le succès de l'élevage en cage de la truite mouchetée en eau salée fait face à certains problèmes: la période d'adaptation à l'eau de mer est assez longue; la tendance à atteindre la maturité sexuelle à une petite taille; le manque de "stocks" de bonne qualité pour entreprendre un élevage; les pertes dues aux maladies, particulièrement la vibriose (Brett et Ayles, 1978).

8.3.5 L'éperlan

Aux Etats-Unis, l'éperlan du Maine est recherché comme appât et la douzaine se vend souvent 5,00 $ et peut atteindre 7,50 $ (Jagoe et al., 1981). Les recherches s'y poursuivent pour mettre au point des techniques d'élevage de masse. Beaucoup reste encore à faire pour résoudre des problèmes biotechniques particulièrement durant les stades critiques suivant l'éclosion. Il se peut que l'élevage de cette espèce commune chez nous et résistante aux variations de salinité et, présumément, à plusieurs formes de pollution, vaille la peine d'être envisagé.

8.3.6 L'anguille d'Amérique

L'élevage de l'anguille semblerait avoir de grandes possibilités du point de vue économique vu que les Européens et les Asiatiques en augmentent leur consommation à un taux de 7% par année. On estime que la demande mondiale se situera entre 73 et 91 millions de kilogrammes vers 1985-87. Les contraintes auxquelles fait face la culture de l'anguille sont principalement les maladies, la croissance qui est lente, le faible taux de reproduction en captivité (Jagoe et al., 1981) et, chez nous, les basses températures de l'eau.

D'une part le fait que nous soyons loin d'exploiter l'ensemble des stocks naturels du Québec milite contre le besoin d'en faire l'élevage. D'autre part, l'élevage pourrait être un moyen de contourner les problèmes de contamination dans le bassin du Saint-Laurent.

CONCLUSIONS

L'aquaculture est une activité intégrée dont la réussite dépend de la maîtrise de nombreux facteurs autant techniques et économiques que biologiques. Au Québec, c'est une discipline relativement jeune et dans laquelle peu de gens possèdent une expertise adéquate pour couvrir l'ensemble des domaines pertinents. Au seul point de vue biologique, il faudra encore beaucoup d'expérimentation et de tâtonnement pour mettre au point les techniques et conditions optimales d'élevage d'une espèce quelle qu'elle soit. Cette étape devra être coordonnée au développement de l'ingénierie et de la mise en marché avant qu'on ne puisse espérer obtenir la garantie d'une rentabilisation.

La discussion de l'aspect économique de l'aquaculture n'entrait pas dans le cadre de notre ouvrage. Nous ne voulions pas non plus élaborer sur les définitions et méthodes, notre but étant avant tout de faire connaître l'état actuel de l'aquaculture au Québec et de décrire succinctement les projets et réalisations. Afin de situer le sujet et de préciser certains termes utilisés, nous avons quand même donné quelques principes et notions qui forment la base d'un guide élémentaire. Ces notions seront utiles à ceux qui veulent se lancer dans l'aquaculture, mais qui ne possèdent pas de formation ou d'expertise particulière. Elles devront être supplémentées considérablement, entre autres par des contacts avec les divers intervenants que, nous le souhaitons, notre travail aura rapprochés.

Il n'était pas possible dans le cadre d'un ouvrage limité, d'élaborer sur les connaissances acquises sur les nombreuses espèces dont l'élevage a réussi ailleurs. Nous référons le lecteur aux publications et ouvrages spécialisés. Il était impossible également de décrire en détail toutes les facettes des projets qui ont été lancés un peu partout au Québec. Nous référons le lecteur aux intervenants des divers organismes impliqués, et aux responsables directs des projets, dont les coordonnées sont dans l'Annexe II. On a pu remarquer également que nous n'avons pas porté de jugement critique sur chacun des travaux d'aquaculture réalisés au Québec. D'une part, nous ne prétendons pas à une expertise que nous n'avons pas. D'autre part, l'aquaculture chez nous en est encore au stade des balbutiements et les projets ont souvent été faits dans une perspective limitée de financement incertain ou à court terme. Il serait donc malvenu de juger sévèrement ceux qui sont en quelque sorte des pionniers.

La compilation que constitue le présent ouvrage montre l'étendue des projets d'aquaculture qui ont été menés au Québec. Ce fait est généralement mal connu, même par les gens qui sont dans le milieu des pêches. Par exemple, la section expérimentation du rapport pour 1982 remis par la délégation canadienne au comité de la Mariculture du Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM), ne dit pas un seul mot sur les activités au Québec (Moller, 1983). Pourtant, il faut constater que parmi les quelque dix-huit genres ou taxons que nous jugeons potentiellement aptes actuellement pour l'aquaculture au Québec (section 8), au moins douze ont fait l'objet d'essais. Parmi eux, on note des échecs notoires, dûs soit à la rigueur des conditions physiques (climat, glaces, courants), soit à une mauvaise préparation. Dans d'autres cas, de réels progrès ont été faits, soit dans la mise au point de techniques d'élevage, soit dans l'évaluation des caractéristiques biologiques des populations en élevage.

Nous désirons enfin attirer l'attention de ceux qui s'intéressent à l'aquaculture sur le potentiel énorme que constitue la prise de conscience par les politiciens et le public de l'avenir de la biotechnologie. Il est indéniable que la biotechnologie est une des manifestations tant attendues de la transformation de la science biologique. Cette dernière était autrefois à l'origine surtout une science de l'observation, mais on entrevoit maintenant comment elle peut agir pour transformer ce milieu et ses composantes vivantes, qu'elle

décrit avec soin depuis tant d'années. Il apparaît actuellement que la biotechnologie peut servir considérablement l'exploitation du milieu marin, et en particulier l'aquaculture.

Les diverses techniques utilisées en biotechnologie (manipulation génétique, systèmes enzymatiques, fusion cellulaire, cultures de tissus, clônage) peuvent aussi bien être appliquées en aquaculture qu'en médecine et en agriculture. De façon générale, on peut concevoir des applications touchant le contrôle, le recyclage et l'utilisation des sous-produits d'élevage, le développement et l'amélioration des espèces en élevage, et la production de nourriture artificielle pour ces espèces. En particulier, on peut suggérer quelques avenues prometteuses, telles le contrôle du sex-ratio, l'accélération de la croissance, le contrôle du développement gonosomatique, l'accroissement de la résistance aux maladies, la modification du comportement, l'amélioration de l'apparence du produit vivant (couleur, forme, etc.), l'acclimatation aux conditions de salinité et de température des eaux québécoises.

Il faut s'attendre à ce que l'application de la biotechnologie à l'aquaculture ait des effets dans deux directions. La première comprend tous les aspects de l'amélioration des espèces déjà utilisées; la seconde, qui sera éventuellement la principale source de revenus, est le développement de nouveaux produits et principalement de technologies nouvelles. Ce développement transformera l'aquaculture aussi radicalement que l'agriculture primitive l'a été pendant l'ère moderne. Il appartient à tous ceux qui s'intéressent activement à l'aquaculture de faire inclure leurs besoins parmi les priorités des nouveaux programmes de recherche en biotechnologie qui seront subventionnés dans les années qui viennent.

Il faut espérer que nous pourrons passer sous peu à une étape de développement structuré. C'est dans le but de lancer, sans prétention aucune, cette nouvelle étape que nous avons consulté chercheurs, administrateurs et exploitants, et que nous avons analysé les dossiers que nous avons pu trouver. Parmi les observations et les conclusions tirées par les divers intervenants, nous avons retenu les suivantes, que nous formulons comme une série d'étapes à franchir pour favoriser le développement de l'aquaculture au Québec (l'ordre n'implique pas la priorité):

1. Produire périodiquement une synthèse des travaux effectués, par exemple à l'occasion d'un colloque réunissant tous les intervenants. Cela saurait susciter l'intérêt de tous les organismes ou individus impliqués en plus de stimuler et de diriger les recherches;

2. Favoriser le partage entre les différents ministères et juridictions plutôt que leur cloisonnement;

3. Instaurer une législation réaliste où les exploitants pourraient s'assurer des droits de louage ou de propriété leur garantissant un usage exclusif, une protection complète et une permanence au moins équivalente à celle dont jouissent les fermiers;

4. Assurer aux aquaculteurs des modes de financement à long terme provenant du secteur public ou privé;

5. Établir ou développer, au besoin, des techniques d'élevage qui soient adaptées au Québec, compte tenu des ressources disponibles;

6. Effectuer un relevé des sites appropriés à l'aquaculture et que ceux-ci soient protégés;

7. Connaître le marché et les goûts des consommateurs de manière à satisfaire à la demande par une production diversifiée;

8. Concentrer les premiers efforts sur les espèces dont la technologie est la mieux maîtrisée;

9. Poursuivre des travaux de recherche en aquaculture à trois niveaux:

   a) En laboratoire où sont menées des opérations de recherche nécessaires pour maîtriser en milieu contrôlé l'ensemble du cycle biologique d'une espèce;

   b) En installations pilotes sur le terrain, où se démontre à petite échelle la faisabilité technique de l'aquaculture et où s'apprécient les premiers éléments économiques relatifs aux coûts de production;

   c) En installations de démonstration, unités de production autonomes où sont recherchées les dimensions des divers paramètres influant sur la rentabilité d'un élevage.

10. Prévoir que les aquaculteurs auront besoin de l'assistance de personnes qualifiées pouvant répondre à leurs besoins dans tous les aspects de l'industrie aquacole;

11. Minimiser les coûts de production et de transport en régionalisant les services à l'industrie aquacole selon le marché visé;

12. Amener l'aquaculteur à présenter un produit de qualité constamment amélioré;

13. Sacrifier le rendement à court terme au profit du rendement à long terme;

14. S'assurer que l'aquaculture ne surexploite pas la ressource eau qui est une des principales richesses du Québec;

15. Mettre sur pied au Québec un plan de recherche fondamentale coordonné sur les aspects biologiques et technologiques de l'aquaculture.

REMERCIEMENTS

La rédaction de cet ouvrage aurait été impossible sans la franche collaboration de ceux qui ont été impliqués dans des essais d'élevage en milieu marin au Québec. Nous sommes redevables à tous ceux dont le nom figure dans l'Annexe II pour les informations, données et recommandations qui sont le fruit de leur expérience personnelle. Dans plusieurs cas, nous avons dû faire un tri ou réinterpréter; pour les expériences encore en cours, notre exposé a été nécessairement incomplet; il est entendu que nous assumons entièrement les erreurs que le texte comporterait. Nous remercions les personnes suivantes qui ont lu le manuscrit et suggéré judicieusement diverses modifications: MM. Michel Besner, Tim Carey, Pierre Fradette, Marc Gagnon, Michel Giguère, Paul Montreuil, Ian Pritchard et Yvan Turgeon.

BIBLIOGRAPHIE

NOTE: De nombreux documents cités ici sont inédits mais disponibles auprès des auteurs. L'exclusion de ces documents de la bibliographie ne rendrait pas justice à tous les travaux en cours au Québec.

Anon., 1983. Rapport des comptes rendus de la Conférence nationale d'aquiculture; ministère des Pêches et des Océans et Conseil des sciences du Canada; St.Andrews (N.-B.), du 10 au 14 juillet 1983, 57 p.

Arrignon, J.C.V., 1982. Regards sur l'aquaculture mondiale. Aquaculture 27: 165-186.

Bernier, L., 1981. Rapport sur la culture du zooplancton à la station aquicole de la Pointe, Pointe-au-Père. Doc. dactyl., 25 p.

Bérubé, G., 1982. La propagation d'une souche T-4 de Chondrus crispus à la station aquicole de Pointe-au-Père. Section 3, p. 34-41, in: A. Strachan et al., Utilisation des ressources marines de l'est du Saint-Laurent, Phase I. Dir. du développ. de l'emploi. Rapp. dactyl.

Besner, M., 1983. Demande de subvention de recherche, CRSAQ. Doc. dactyl., 1 p.

Bonardelli, J., 1984. La culture des pétoncles dans la Baie-des-Chaleurs. Doc. dactyl., 4 p.

Bougis, P., 1976. Océanographie biologique appliquée. L'exploitation de la vie marine. Masson, Paris, 320 p.

Brett, J.R. et G.B. Ayles, 1978. Workshop on Aquaculture Research and Development in Canada. Can. tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 750.

Canada, ministère des Pêches et des Océans, 1982. La gestion du saumon de l'Atlantique dans les années 1980. Document de travail, dactyl., p. 18-19.

Castell, J.D., J.F. Corey, D.E. Aiken et S.L. Woddy, 1977. The potential for ablation as a technique for accelerating growth of lobsters (Homarus americanus) for commercial culture. Proc. Ann. Meet. World Maricult. Soc. 8: 895-914.

Cooper, S., A. Battat, P. Marsot et M. Sylvestre, 1983. production of antibacterial activities by two Bacillariophyceae grown in dialysis culture. Can. J. Microbiol. 29: 338-341.

Corrivault, G.W. et J.L. Tremblay, 1948. Contribution à la biologie du homard (Homarus americanus, Milne-Edwards) dans la Baie-des-Chaleurs et le golfe Saint-Laurent. Contrib. Sta. biol. St-Laurent No 19, 202 p.

D'Agostino, A., 1979. Culture of crustaceans and other invertebrates. Proc. Symp. Mariculture New York State, Aquaculture, 1979, p. 38-46.

Deschênes, C., 1982a. Projet d'implantation d'aquaculture sur la rive nord du Saint-Laurent dans le secteur côtier de Port-Cartier. Doc. dactyl., 26 p.

Deschênes, C., 1982b. Synthèse des travaux d'aquaculture (Aqui-Cartier inc.). Doc. dactyl., 47 p.

Gagnon, M. et P. Fradette, 1983. Étude des conditions optimales d'élevage du homard de taille commerciale en milieu lagunaire aux Iles-de-la-Madeleine. Rapport final, Les Crustacés vivants madelinots et Bio-Conseil, 140 p.

Gagnon, M., P. Fradette et P. Béland, 1984. Suivi d'une expérience d'élevage du homards (Homarus americanus) de taille commerciale en milieu lagunaire aux Iles-de-la-Madeleine, Québec, en 1982. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1286: xi + 94 p.

Giguère, M. et L. Poirier, 1978. Croissance et engraissement de la moule bleue (Mytilus edulis L.) placée en élevage aux Iles-de-la-Madeleine. Québec, D.G.P.M., Cahier d'information no 84, 46 p.

Giguère, M. et L. Poirier, 1980. Essais d'élevage de l'huître américaine, Crassostrea virginica (Gmelin), dans les lagunes des Iles-de-la-Madeleine (golfe du Saint-Laurent). Québec, D.G.P.M., Trav. pêch. Québec, no 47, 59 p.

Groupe d'études des ressources maritimes (GERMA) et la Société d'aménagement des ressources de la rivière Mitis Inc. (SARRM), 1981. Elevage du saumon de l'Atlantique (Salmo salar) en bassins clos dans l'estuaire de la rivière Mitis. Rapport de travail présenté à la Fondation de l'UQAR. 6 p.

Groupe de recherche et d'initiative aquicole de l'Est du Québec Inc. (GRIA), 1983. projets de recherche de 1983. Doc. dactyl. 6 p.

Hansen, L., P.L. Montreuil et J.-D. Dutil, 1980. Relevé des installations aquicoles du Québec en 1978. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 967F: 99 p.

INRS-Océanologie, 1983. Compte rendu de la table de concertation sur le développement au Québec de l'aquaculture en général et de la salmoniculture en particulier, tenue le 29 avril 1983 au Laboratoire océanologique de Rimouski. Doc. dactyl. 13 p.

Jagoe, C.J., D.P. Small, R.L. Blake, S. Woodward, D.C. Smith et J.R. Moring, 1981. Commercial aquaculture of fishes in Maine: status and future prospects. Fisheries 6(5): 16-24.

Kafuku, T. et H. Ikenoue, 1983. Modern methods of aquaculture in Japan. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. II. Elsevier, Amsterdam, 216 p.

Kinne, O., Ed., 1977. Marine Ecology, Vol. III, Cultivation. Wiley, N.Y.

Kinne, O., 1980. Aquaculture: A critical assessment of its potential and future. Interdisciplinary Sci. Revs 5(1): 24-32.

Larrivée, D. et S. St-Gelais, 1984. Les travaux de recherche en aquiculture générés par le laboratoire de biologie du développement à l'Université du Québec à Chicoutimi. doc. dactyl. 9 p.

Lutz, R.A., ed., 1980. Mussel culture and harvest: a North American perspective. Elsevier, N.Y. 350 p.

MacCrimmon, H.R., J.E. Stewart et J.R. Brett, 1975. L'aquiculture au Canada: présent et avenir. Bull. Fish. Res. Bd Can. 188F, 88 p.

Marsot, P., 1982. Demande de subvention de recherche au CRSNG du Canada. Doc. dactyl. 7 p.

Marsot, P., R. Fournier et C. Blais, 1981. Culture à dialyse: emploi de fibres creuses dialysantes pour la culture massive de phytoplancton. J. can. sci. halieut. aquat. 38: 905-911.

Medcof, J.C., 1968. L'ostréiculture dans les provinces Maritimes. Fish. res. Bd Can. Bull. 131F, 178 p.

Moller, D., 1983. Mariculture Committee. Conseil International pour l'Exploration de la Mer, Rapport administratif 1982, C.M. 1983/F: 1, 49 p.

Naidu, K.S., F.M. Cahill et P.W. Collins, 1979. Scallop culture in Newfoundland: A progress report for 1977-78. Dept. Fish. Govt Nfld & Lab., 55 p.

O.C.D.E., 1972. L'aspect économique de la production de poissons. Coll. internat. sur l'économie de la pêche. 29 nov.-3 déc. 1971. Paris, 508 p.

Poirier, L., 1973. Des huîtres, Crassostrea virginica (Gmelin), établies dans le Bassin-aux-huîtres, aux Îles-de-la-Madeleine. Min. Ind. Comm., D.G.P.M., Serv. recherche. Rapp. ann. 1972, p. 50-54.

Poirier, L., 1974. Étude sur les possibilités d'implantation de la conchyliculture en Gaspésie et aux Îles-de-la-Madeleine. Min. Ind. Comm., D.G.P.M., Serv. recherche. Rapp. ann. 1973, p. 30-40.

Poirier, L., 1975. Étude sur les possibilités de développement de la mytiliculture et de l'ostréiculture aux Îles-de-la-Madeleine. Min. Ind. Comm., D.G.P.M., dir. recherche. Rapp. ann. 1975, p. 39-45.

Poirier, L., 1976. Conchyliculture aux Îles-de-la-Madeleine. Min. Ind. Comm., Dir. recherche. Rapp. ann. 1975, p. 20-24.

Poirier, L., 1977. Conchyliculture aux Îles-de-la-Madeleine. Min. Ind. Comm., Dir. recherche. Rapp. ann. 1976, p. 15-20.

Poirier, L., 1978. Conchyliculture aux Îles-de-la-Madeleine. Min. Ind. Comm., Dir. recherche. Rapp. ann. 1977, p. 17-18.

Poirier, L. et B. Myrand, sous presse. Élevage de la moule bleue Mytilus edulis, dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine (Québec). Québec, D.G.P.M., Trav. pêch. Québec No 49.

Poirier, L., J.C. Leclerc et G. Labrecque, 1978. Aménagement de la conchyliculture aux Îles-de-la-Madeleine. Min. Ind. Comm., D.G.P.M., Dir. recherche. Cahier spéc. d'information no 2, 121 p.

Porterfield, B., 1982. Woods Hole - Establishing a firm foundation for aquaculture growth. Aquaculture Mag. 8(2): 16-21.

Pritchard, G.I., 1976. Structured aquaculture development with a Canadian perspective. J. Fish. Res. Bd Can. 33: 855-870.

Québec, Min. Agriculture, Pêcheries et Alimentation, 1982. Élevage de salmonidés. Guide sur l'aquiculture, Conseil des productions animales. 102 p.

Québec, Min. du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (non-daté). Le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et la gestion des rivières à saumons du Québec. M.L.C.P., Dir. gén. de la faune. Doc. dactyl. 14 p.

Richard, J. et B. Myrand, 1983. Biologie de la moule bleue (Mytilus edulis) et techniques d'élevage au Québec. Québec, D.G.P.M., Cahier spéc. d'information no 9, 29 p.

Saint-Gelais, S., 1983. Culture en cage de saumons et de ouananiches. Université du Québec à Chicoutimi, rapport d'étape. Doc. dactyl. 4 p.

Sansregret, J.L., 1983. Culture d'algues marines sur milieux enrichis. Université Laval, présentation de projet de recherche. Doc. dactyl. 11 p.

Starr, M., 1983. Examen des mécanismes de coordination entre la ponte de certains invertébrés marins et la poussée printanière du phytoplancton. Présentation de projet de recherche MSc, Université Laval. Doc. dactyl. 26 p.

Thomsen, D.E., 1978. The tempura that came from a tank. Science News 113: 76-77.

Turgeon, Y., 1982. Pisciculture et élevage en mer au Québec. Min. Loisir, Chasse, Pêche, Québec, Dir. gén. de la faune. doc. dactyl. 35 p.

Vass, S.E., 1960. A Survey of the Magdalen Islands for potential oyster ground. Fish. Res. Bd Can., Biol. Sta. St.-Andrews, N.B. Doc. dactyl. 2 p.

Whoriskey, F.G. and R.J. Gibson, 1980. An experiment to induce anadromy in wild brook trout in a Quebec river on the North Shore of the Gulf of St.Lawrence. Naturaliste can. 107: 101-110.

Whoriskey, F.G., R.J. Naiman and W.L. Montgomery, 1981. Experimental searanching of brook trout Salvelinus fontinalis Mitchill. J. Fish. Biol. 19: 637-651.

Wilder, D.G., 1952. A comparative study of anadromous and freshwater populations of brook trout Salvelinus fontinalis (Mitchill). J. Fish. Res. Bd Can. 9: 169-203.

ANNEXE I

INDEX DES ESPÈCES CULTIVÉES, DES INSTITUTIONS ET DES PERSONNES RESSOURCES

Algues (sections 7.4.2, 7.13, 7.14.1)

- Institut national de la recherche scientifique-Océanologie
  Ressource: Pierre Marsot

- Institut Armand-Frappier
  Ressource: Michel Sylvestre

- Université Laval
  Ressources: Jean-Luc Sansregret
  Réal Gagnon

- M. Gaston Bérubé

Anguille d'Amérique, (Anguilla rostrata) (section 7.1.1)

- (référence historique seulement)
  Ressource: René Fradette

Homard, (Homarus americanus) (sections 7.1.7, 7.10, 7.11)

- Direction générale des pêches maritimes
  Ressource: Bruno Myrand

- Les Crustacés vivants madelinots inc.
  Ressources: Pierre Fradette
  Paul Hubert

- Bio-Conseil inc.
  Ressource: Marc Gagnon

Huître américaine, (Crassostrea virginica) (section 7.1.2)

- Direction générale des pêches maritimes
  Ressources: Lucien Poirier
  Michel Giguère

Mactre de l'Atlantique, (Spisula solidissima) (section 7.1.4)

- Direction générale des pêches maritimes
  Ressources: Bruno Myrand
  Lucien Poirier

Moule bleue, (Mytilus edulis) (sections 7.1.3, 7.1.6, 7.2.1)

- Direction générale des pêches maritimes
  Ressources: Lucien Poirier
  Bruno Myrand
  Louise Gendron

- Aqui-Cartier Inc.
  Ressource: Claudy Deschênes

Moule géante, (Modiolus modiolus) (section 7.2.2)

- Aqui-Cartier Inc.
  Ressource: Claudy Deschênes

Omble de fontaine, (Salvelinus fontinalis) (Sections 7.4.3, 7.9)

- Institut national de la recherche scientifique-Océanologie
  Ressource: Michel Besner

- Station de recherche de Matamek
  Ressources: R. John Gibson
  Frederick G. Whoriskey, Jr.
  R.J. Naiman

Oursin vert, (Strongylocentrotus droebachiensis) (sections 7.12, 7.14.2)

- Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (GIROQ)
  Ressources: John Himmelman
  Michel Starr

- M. Alexander Strachan

Pétoncle géant, (Placopecten magellanicus) (sections 7.1.5, 7.3.1)

- Direction générale des pêches maritimes
  Ressources: Bruno Myrand
  Maurice Gaudet

- Les Laboratoires pélagiques inc.
  Ressources: John Bonardelli
  Claude Mercure

Saumon de l'Atlantique, (Salmo salar) (sections 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.11.2)

- Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
  Ressources: Yvan Turgeon
  Normand Latour

- Université du Québec à Chicoutimi
  Ressources: Denis Larrivée
  Sylvain St-Gelais

- Groupe de recherche et d'initiative aquicole de l'Est du Québec inc.
  Ressource: Michel Larrivée

- ZEC de la rivière Bonaventure
  Ressource: Diane Gauthier

Zooplancton (section 7.4.1)

- Institut national de la recherche scientifique-Océanologie
  Ressource: Louis Bernier

ANNEXE II

NOMS ET ADRESSES DES PERSONNES RESSOURCES CONSULTÉES

Aqui-Cartier Inc., v. Deschênes, Claudy

Bastien, Yves
Direction de la recherche
C.P. 1 070
96, Montée Sandy Beach
GASPÉ (Québec) G0C 1R0

Tél.: (418) 368-2642

Béland, Pierre
Centre de recherche en écologie des pêches
310, av. des Ursulines
RIMOUSKI (Québec) G5L 3A1

Tél.: (418) 722-3122

Bernier, Louis
INRS-Océanologie
310, av. des Ursulines
RIMOUSKI (Québec) G5L 3A1

Tél.: (418) 724-1747

Bérubé, Gaston
Université du Québec à Rimouski
300, av. des Ursulines
RIMOUSKI (Québec) G5L 3A1

Tél.: (418) 724-1427

Besner, Michel
INRS-Océanologie
310, av. des Ursulines
RIMOUSKI (Québec) G5L 3A1

Tél.: (418) 724-1744

Bio-Conseil inc., v. Gagnon, Marc

Bonardelli, John
B.P. 142
SHIGAWAKE (Québec) G0C 3E0

Tél.: (418) 396-3242

Carter, Pierre
278, Bellavance
RIMOUSKI (Québec) G5L 3J3

Tél.: (418) 723-9091

Centre de recherche en écologie des pêches (CREP)
310, av. des Ursulines
RIMOUSKI (Québec) G5L 3A1

Tél.: (418) 722-3122

Crustacés vivants madelinots inc., v. Hubert, Paul

Deschênes, Claudy
Aqui-Cartier inc.
7, Maisonneuve
PORT-CARTIER (Québec) G5B 2R9

Tél.: (418) 768-2256

Fournier, Réal
INRS-Océanologie
(Station aquicole de la Pointe)
310, av. des Ursulines
RIMOUSKI (Québec) G5L 3A1

Tél.: (418) 724-1650
ou 723-8644

Fradette, Pierre
C.P. 206
Chemin des Cyrs
HAVRE-AUX-MAISONS
Îles-de-la-Madeleine (Québec) G0B 1K0

Tél.: (418) 969-2229

Fradette, René
Département des sciences et techniques biologiques
Cégep de la Pocatière
LA POCATIÈRE (Québec) G0R 1Z0

Tél.: (418) 856-1525

Gagnon, Marc
Bio-Conseil inc.
105, Côte de la Montagne, suite 501
QUEBEC G1K 4E4

Tél.: (418) 692-2145

Gagnon, Réal
GIROQ
Pavillon Vachon
Université Laval
SAINTE-FOY (Québec) G1K 7P4

Tél.: (418) 656-3758

Gaudet, Maurice
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
818, boul. Laure
SEPT-ÎLES (Québec) G4R 1Y8

Tél.: (418) 962-5521

Gauthier, Diane
ZEC de la rivière Bonaventure
Chemin de la Rivière
BONAVENTURE (Québec) G0C 1E0

Tél.: (418) 534-1818

Gendron, Louise
Direction de la recherche
C.P. 1 070
96, Montée Sandy Beach
GASPÉ (Québec) G0C 1R0

Tél.: (418) 368-2642

Gibson, R. John
Fisheries and Oceans
P.O. Box 5 667
ST.JOHNS (Nfld) A1C 5X1

Tél.: (709) 772-2027

Giguère, Michel
Gestion des pêches
Ministère des Pêches et des Océans
C.P. 15 500
QUEBEC G1K 7Y7

Tél.: (418) 694-2562

G.R.I.A., v. Larrivée, Michel

Gros, Christophe
Société coopérative d'ingénierie en aquaculture nouvelle
5, Résidence Clairs Matins
34 200 Sète
FRANCE

Tél.: (67) 53.26.28

Himmelman, John
GIROQ - Département de biologie
2064, Pavillon Vachon
Université Laval
SAINTE-FOY (Québec) G1K 7P4

Tél.: (418) 656-5230

Hubert, Paul
Les Crustacés vivants madelinots inc.
C.P. 182
CAP-AUX-MEULES
Iles-de-la-Madeleine (Québec) G0B 1B0

Tél.: (418) 986-3416

Laboratoires Pélagiques inc., v. Marcure, Claude

Landry, Gilles
C.P. 488
200, boul. Perron
NEW RICHMOND (Québec) G0C 2B0

Tél.: (418) 392-5861

Larrivée, Denis
Université du Québec à Chicoutimi
Sciences fondamentales
555, boul. de l'Université
CHICOUTIMI (Québec) G7H 2B1

Tél.: (418) 545-5438

Larrivée, Michel
Groupe de recherche et d'initiative aquicole de l'Est du Québec inc.
C.P. 123
MONT-JOLI (Québec) G5L 3K9

Tél.: (418) 775-8175

Latour, Normand
Conservation de la faune
C.P. 130
STE-ANNE-DES-MONTS (Québec) G0E 2G0

Tél.: (418) 763-3371

Marsot, Pierre
INRS-Océanologie
310, av. des Ursulines
RIMOUSKI (Québec) G5L 3A1

Tél.: (418) 724-1771

Mercure, Claude
Les Laboratoires pélagiques inc.
B.P. 34
PORT-DANIEL (Québec) G0C 2N0

Tél.: (418) 396-5581

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
Direction générale des pêches maritimes
C.P. 1 070
96, Montée Sandy Beach
GASPÉ (Québec) G0C 1R0

Tél.: (418) 368-2642

Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service du milieu hydrique
1640, boul. de l'Entente
QUÉBEC G1S 4N6

Tél.: (418) 643-4576

Ministère de l'Environnement
Direction générale des recherches et de la planification
2360, chemin Ste-Foy
QUÉBEC G1V 4H2

Tél.: (418) 643-2006

Ministère des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche
Service de pisciculture
Place de la Capitale
150, boul. St-Cyrille est
QUÉBEC G1R 4Y1

Tél.: (418) 643-2220

Ministère des Pêches et des Océans
Gestion des Pêches
C.P. 15 500
QUÉBEC G1K 7Y7

Tél.: (418) 694-2562

Myrand, Bruno
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
C.P. 658
190, rue Principale
CAP-AUX-MEULES
Iles-de-la-Madeleine (Québec) G0B 1B0

Tél.: (418) 986-4795

Naiman, Robert J.
Woods Holes Oceanographic Institution
Woods Hole, Massachusetts 02543
U.S.A.

Tél.: (617) 548-1400

Poirier, Lucien
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
Direction de la recherche
C.P. 1 070
96, Montée Sandy Beach
GASPÉ (Québec) G0C 1R0

Tél.: (418) 368-2642

Sansregret, Jean-Luc
Centre de recherche en nutrition
Pavillon Comtois
Université Laval
SAINTE-FOY (Québec) G1K 7P4

Tél.: (418) 656-7112

Starr, Michel
GIROQ - Département de biologie
2064, Pavillon Vachon
Université Laval
SAINTE-FOY (Québec) G1K 7P4

Tél.: (418) 656-5917

Station aquicole de la Pointe, v. Fournier, Réal

St-Gelais, Sylvain
Université du Québec à Chicoutimi
Sciences fondamentales
555, boul. de l'Université
CHICOUTIMI (Québec) G7H 2B1

Tél.: (418) 545-5438

Strachan, Alexander
Université du Québec à Rimouski
300, av. des Ursulines
RIMOUSKI (Québec) G5L 3A1

Tél.: (418) 714-1616

Sylvestre, Michel
Institut Armand Frappier
Centre de recherche en bactériologie
531, boul. des Prairies
LAVAL DES RAPIDES (Québec) H7N 4Z3

Tél.: (514) 687-5010

Turgeon, Yvan
Ministère des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche
Service de pisciculture
150, boul. St-Cyrille est
QUÉBEC G1R 4Y1

Tél.: (418) 643-2220

Whorlskey, Frederick G. Jr.
Woods Hole Oceanographic Institution
Woods Hole
Massachusetts 02543
U.S.A.

Yaphe, Wildrid
Université McGill
Département de microbiologie et d'immunologie
845, rue Sherbrooke ouest
MONTRÉAL (Québec) H3A 2T5

Tél.: (514) 392-8374

ZEC de la rivière Bonaventure, V. Gauthier, Diane

ANNEXE III

PROGRAMME DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION,
GOUVERNEMENT DU QUÉBEC,
VISANT LE DÉVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION PISCICOLE ET DE L'AQUICULTURE

PRODUCTIONS ANIMALES

PROGRAMME AGRICOLE

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION

Référence budgétaire:
Programme 3
Élément 1

DÉVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION PISCICOLE ET DE L'AQUICULTURE

1. Objectif

Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, ci-après nommé le Ministère, favorise l'augmentation de la production de truites arc-en-ciel (Salmo gairdneri), de saumons atlantiques (Salmo salar salar) et de moules (Mytilus edulis), destinés à la consommation humaine par la restructuration des fermes piscicoles privées existantes ou la création de nouvelles unités de production piscicole ou aquicole.

2. Moyens

Le Ministère offre une aide financière à:

a) la conception des plans et devis de l'exploitation piscicole ou aquicole;

b) l'achat d'équipements hydrauliques à caractère piscicole ou aquicole;

c) l'aménagement de structures hydrauliques propres à répondre aux besoins d'élevage (bassins d'élevage) et de commercialisation (lac de pêche);

d) la construction et/ou l'aménagement de bâtiments de ferme spécifique à l'élevage des espèces aquatiques énumérées ci-dessus.

3. Admissibilité

Pour bénéficier du présent programme, le requérant doit être enregistré au bureau de renseignements agricoles sur la fiche d'enregistrement des exploitations agricoles ou être enregistré comme pêcheur auprès du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec ou être reconnu producteur agréé.

4. Aide-technique

Le Ministère fournira l'aide technique et les conseils nécessaires à l'élaboration du plan de développement, à l'implantation des structures, à la mise en production ainsi qu'à l'établissement d'un programme d'investissement approprié.

5. Aide financière

L'aide financière est de 50% des coûts inhérents au projet jusqu'à un maximum de 40 000,00 $ par exploitation agricole ou par entreprise soumettant un projet d'aquiculture.

Cette aide financière couvrira en plus du coût des plans et devis, celui des équipements et aménagements décrits et approuvés dans le plan de gestion préparé par les officiers du Ministère. La subvention sera payable sur présentation d'un rapport, préparé par le bureau des renseignements agricoles ou le bureau de la direction des services aux usagers, accompagné des pièces justificatives.

Les demandes seront analysées au fur et à mesure de leur réception et pourront être acceptées jusqu'à épuisement des crédits prévus pour ce programme. Toutes les demandes subséquentes à l'épuisement des crédits seront refusées mais pourront être représentées l'année suivante, selon les normes prévalant l'année suivante si le programme se poursuit.

L'orsqu'un requérant a obtenu ou obtient une aide financière d'un autre ministère ou d'un organisme public à l'égard d'une dépense ou d'une activité qui fait l'objet du présent programme en vertu du présent programme, le montant de cette aide reçue doit être soustrait de celui de l'aide demandée en vertu du présent programme. Dans le cas où l'aide financière d'un autre ministère ou organisme public est versée après le déboursé de l'aide accordée en vertu du présent programme, le requérant sera tenu d'en faire la déclaration au Ministre et de lui rembourser une somme équivalente, jusqu'à concurrence du montant de l'aide obtenue en vertu du présent programme.

Une exploitation ne peut bénéficier d'une aide financière pour un objet ou une activité de ce programme et pour lequel il a reçu une telle aide, à l'intérieur d'une même année financière, en vertu d'un autre programme du Ministère.

6. Conditions à remplir

a) Choix du site

Le site d'exploitation doit faire l'objet d'une inspection préliminaire afin de vérifier si le projet piscicole ou aquicole est réalisable en fonction des normes établies par les différents ministères et organismes. Le potentiel hydraulique est alors étudié quantitativement et qualitativement, afin de vérifier ses propriétés physiques, chimiques et biologiques en fonction de l'usage auquel il est destiné.

Pour l'élevage de la truite arc-en-ciel et du saumon atlantique en pisciculture, le débit d'eau de source ou de la nappe phréatique en période d'étiage, doit être supérieur à 1 300 litres par minute.

b) Plans et devis

Les plans et devis de la future exploitation piscicole doivent être acceptés par les officiers du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec avant que débutent les travaux d'aménagement.

c) Barrages et structures de contrôle

Les barrages servant à retenir les eaux sont effectués en conformité avec la Loi sur le régime des eaux et ses amendements, les dispositions du code civil et du code municipal ainsi que la réglementation spécifique au bassin de drainage concerné.

d) Exploitation

L'ensemble du projet doit respecter les prescriptions de la Loi sur la qualité de l'environnement de même que les règlements du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, lorsqu'il y a lieu.

e) Envergure du projet

L'envergure du projet sera déterminée en fonction des ressources hydrauliques du milieu à exploiter.

f) Santé animale

Pour bénéficier d'une aide financière dans le cadre du présent programme, l'exploitation piscicole doit obtenir un plan de gestion sanitaire de l'élevage concerné. Ce plan doit être signé par un médecin vétérinaire.

7. Procédure à suivre

a) Le requérant doit s'adresser au bureau des renseignements agricoles ou au bureau de la direction des services aux usagers, pour obtenir toute l'information nécessaire, afin de bénéficier de ce programme.

b) Le requérant doit déposer, au bureau de renseignements agricoles ou au bureau de la direction des services aux usagers, un projet complet incluant le plan de développement préparé en collaboration avec un employé du Ministère.

c) Le requérant doit obtenir un engagement budgétaire écrit du bureau de renseignements agricoles ou au bureau de la direction des services aux usagers.

d) Le requérant doit fournir toutes les pièces justificatives afférentes aux dépenses admissibles au bureau de renseignements agricoles ou au bureau de la direction des services aux usagers et signer la formule de réclamation du Ministère.

e) Les projets nécessitant une aide financière de plus de 25 000 $ doivent être autorisés par une lettre d'offre du Ministre de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec avant le début des travaux.

f) Le Ministère versera la subvention après une vérification des installations pertinentes et des pièces justificatives au bureau de renseignements agricoles ou au bureau de la direction des services aux usagers.

8. Fausse déclaration

Article 18 de la Loi sur le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

"Une personne qui fait une fausse déclaration pour l'obtention d'une subvention, avance ou garantie d'emprunt visée par la présente Loi ou d'une somme payable aux termes d'une mesure d'assistance, d'un plan, programme ou projet, commet une infraction et est passible pour une première infraction, d'une amende de 500,00 $ et, pour toute récidive dans les deux (2) ans, d'une amende de 1 000,00 $.

Les poursuites en vertu du présent article sont intentées suivant la Loi sur les poursuites sommaires (chapitre P-15) et la deuxième partie de cette loi s'y applique."

9. Entrée en vigueur et durée du programme

Ce programme entre en vigueur le 11 octobre 1983 et prendra fin le 11 octobre 1986.

10. Révision du programme

Le programme "Développement de la production piscicole", en date du 1er avril 1982, est reconduit avec des modifications en date du 1er avril 1983.

Le sous-ministre de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation

Ferdinand Ouellet

Le ministre de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation

Jean Garon

POOR

QUALITY

ORIGINAL